

**UJI AKTIVITAS ANTIRAYAP MINYAK ATSIRI KULIT BUAH JERUK
MANIS (*Citrus sinensis* L.) TERHADAP RAYAP TANAH (*Coptotermes* sp.)
DAN IDENTIFIKASI MENGGUNAKAN GC-MS**

SKRIPSI

Oleh:
SYU'AIBATUL ASLAMIYAH
NIM. 13630128



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017**

**UJI AKTIVITAS ANTIRAYAP MINYAK ATSIRI KULIT BUAH JERUK
MANIS (*Citrus sinensis* L.) TERHADAP RAYAP TANAH (*Coptotermes* sp.)
DAN IDENTIFIKASI MENGGUNAKAN GC-MS**

SKRIPSI

Oleh:
SYU'AIBATUL ASLAMIYAH
NIM. 13630128

Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017**

**UJI AKTIVITAS ANTIRAYAP MINYAK ATSIRI KULIT BUAH JERUK
MANIS (*Citrus sinensis* L) TERHADAP RAYAP TANAH (*Coptotermes* sp.)
DAN IDENTIFIKASI MENGGUNAKAN GC-MS**

SKRIPSI

Oleh:
SYU'AIBATUL ASLAMİYAH
NIM. 13630128

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal: 16 Oktober 2017

Pembimbing I


Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

Pembimbing II


M. Imamudin, Lc, MA
NIP. 19740602 200901 1 010

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia




Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

**UJI AKTIVITAS ANTIRAYAP MINYAK ATSIRI KULIT BUAH JERUK
MANIS (*Citrus sinensis* L.) TERHADAP RAYAP TANAH (*Coptotermes* sp.)
DAN IDENTIFIKASI MENGGUNAKAN GC-MS**

SKRIPSI

Oleh:
SYU'AIBATUL ASLAMIAH
NIM. 13630128

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 27 Oktober 2017

Penguji Utama : Suci Amalia, M.Sc
NIP. 19821104 200901 2 007

Ketua Penguji : Ahmad Hanapi, M.Sc
NIDT. 19851225 20160801 1 069

Sekretaris Penguji : Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810811 200801 2 010

Anggota Penguji : M. Imamudin, Lc, MA
NIP. 19740602 200901 1 010

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)



Mengesahkan,
Ketua Jurusan Kimia

Elok Kamilah Hayati, M.Si
NIP. 19790620 200604 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Syu'aibatul Aslamiyah
 NIM : 13630128
 Jurusan : Kimia
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Judul Penelitian : Uji Aktivitas Antirayap Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.) Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes* sp.) dan Identifikasi Menggunakan GC-MS

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-banar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 21 November 2017

Yang membuat pernyataan,



Syu'aibatul Aslamiyah

NIM. 13630128

MOTTO

اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ مِثْلُ نُورِهِ ۚ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُّورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ ۚ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَلَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٣٥﴾

(Q.S An-Nur : 35)

لَا يَكْفُفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ رَبَّنَا لَا تُؤَاخِذْنَا إِنْ نَسِينَا أَوْ أَخْطَاْنَا رَبَّنَا وَلَا تَحْمِلْ عَلَيْنَا إَصْرًا كَمَا حَمَلْتَهُ عَلَى الَّذِينَ مِنْ قَبْلِنَا رَبَّنَا وَلَا تُحَمِّلْنَا مَا لَا طَاقَةَ لَنَا بِهِ ۖ وَاعْفُ عَنَّا وَاعْفِرْ لَنَا وَارْحَمْنَا أَنْتَ مَوْلَانَا فَانصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ ﴿٢٨٦﴾

(Q.S Al-Baqoroh : 286)

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۚ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾

(Q.S Al-Insyirah : 5-6)

Kasih Sayang Allah Tiada Batas Nya..

*Menjalankan perintah Nya dan menjauhi Larangan Nya
adalah suatu kenikmatan yang sangat luar biasa..*

*Menjadi yang pandai menikmati setelah itu kita akan
menjadi yang pandai bersyukur atas segala nikmat Nya..*

*(*_*) Keep Istiqomah and never give up...*

PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

- ❖ *Kupersembahkan Skripsi ini untuk Allah SWT, yang telah mengabulkan segala do'a, syaikh abdul godir al-jaelani, guru kami abi imam muslimin, you all the best inspirator.*
- ❖ *Ayah dan Ibu tercinta dan seseorang yang telah mengisi hari-hariku, yang selalu memberi motivasi, kasih sayang, dan do'anya sehingga terselesaikannya skripsi ini.*
- ❖ *Untuk kedua adikku M. Agung Maulana, al-Hafidz dan M. Rizqi Su'udi, al-Hafidz terimakasih untuk dukungan dan motivasinya. Semoga Mbakmu ini bisa menjadi yang sholihah bagi kalian.*
- ❖ *Untuk seseorang yang selalu aku sebut disetiap sujudku, terimakasih sudah mengisi, memotivasi dan menginspirasi hari-hariku. Darimu aku dapat "Mengaji. Tenangkan hati".*
- ❖ *Bapak Ibu Dosen UM Malang terutama Bapak Ibu Dosen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi terimakasih atas ilmu yang diberikan.*
- ❖ *Paman-paman dan bibi-bibiku tercinta yang turut membantu dan memotivasiku: paman Ahmad Zainuddin, M.Th.I, bibi Pristiwanti Lailaturrahmah, S.Th.I, paman M. Shohibuni'am otu S.Pd, dan bibi Maisharoh, S.Pd.*
- ❖ *Ukhti-ukhti seperjuangan dari awal matrikulasi hingga saat ini; mbak A'is, mbak Faiz, dan mbak Oka yang selalu setia dan sabar dalam menemani dan mengajarku.*
- ❖ *Tak lupa untuk mbak Alfi, mbak Ulfa, mbak Ima, yang selalu setia dan tak kenal lelah dalam mengajari, menemani dan memotivasiku selama perjalanan studiku.*
- ❖ *Untuk teman-teman An-Nur yang selalu setia menemaniku mulai terbitnya fajar pagi hingga terbitnya fajar pagi lagi. Semoga kita bisa sukses bersama.*
- ❖ *Teman-teman Kimia angkatan 2013 khususnya Kimia C, semoga kita semua sukses selalu. Amin...*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Maha Besar Allah SWT segala puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis atas segala nikmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: **“Uji Aktivitas Antirayap Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.) Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes* sp.) dan Identifikasi Menggunakan GC-MS”**. Shalawat serta salam selalu penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, sosok teladan dalam membangun peradaban dan budaya pemikiran. Skripsi ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan program S1 (Strata-1) di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini, terutama kepada:

1. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si, selaku Pembimbing I.
2. Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc, selaku Konsultan.
3. Bapak M. Imamuddin, Lc, MA, selaku Pembimbing Agama.
4. Ibu Suci Amalia, M.Sc, selaku Penguji Utama.

Atas bimbingan, pengarahan, dan nasehat serta segala bantuannya kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis skripsi ini tidak luput dari bantuan semua pihak, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Oleh karena itu, penulis dengan penuh kesungguhan dan kerendahan hati, menghaturkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ibu Elok Kamilah Hayati, M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Para Dosen Pengajar di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengalirkan ilmu, pengetahuan, pengalaman dan wawasannya sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
5. Seluruh staf Laboratorium di Jurusan Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim dan Universitas Brawijaya Malang atas seluruh bantuan dan sumbangan pemikiran selama penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman Jurusan Kimia Angkatan 2013 khususnya kelompok Jeruk, serta semua mahasiswa Kimia Fakultas Sains dan teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan motivasi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman santri Al-Adzkiya' Nurush Shofa yang terkasih dan tercinta semuanya tanpa terkecuali yang telah memberikan do'a, kasih sayang dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Ayah dan Ibu yang telah memberikan doa, kasih sayang, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan secara satu persatu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa moral maupun materil.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat menjadi sarana pembuka tabir ilmu pengetahuan baru dan bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Malang, 07 September 2017

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan	7
1.4 Batasan Masalah	8
1.5 Manfaat	8
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 9
2.1 Kulit Jeruk	9
2.1.1 Bagian-bagian Kulit Jeruk Manis	11
2.1.2 Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis	12
2.1.3 Minyak Atsiri Kulit Jeruk sebagai Antirayap	13
2.2 Destilasi Uap-Air.....	14
2.3 Identifikasi Komponen Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (<i>Citrus sinensis</i> L) Menggunakan GC-MS	17
2.4 Uji Aktivitas Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (<i>Citrus sinensis</i> L) sebagai Anti-Rayap	24
2.4.1 Rayap Tanah (<i>Coptotermes curvignathus</i> Holmgren)	26
2.4.2 Perilaku Rayap.....	28
2.5 Pemanfaatan Tanaman sebagai Insektisida Nabati dalam Perspektif Islam.....	29
 BAB III METODE PENELITIAN	 32
3.1 Pelaksanaan Penelitian	32
3.2 Alat dan Bahan	32
3.2.1 Alat	32
3.2.2 Bahan	32
3.3 Rancangan Penelitian	32
3.4 Tahapan Penelitian	33

3.5 Cara Kerja	33
3.5.1 Uji Taksonomi	33
3.5.2 Proses Destilasi Uap-Air	34
3.5.3 Identifikasi Senyawa dalam Minyak Atsiri (<i>Citrus sinensis</i> L.) dengan KG-SM	35
3.5.4 Uji Aktivitas Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (<i>Citrus sinensis</i> L.)	35
3.5.4.1 Penangkaran Rayap Tanah.....	35
3.5.4.2 Persiapan Wadah Uji	36
3.5.4.3 Pengujian Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis terhadap Rayap	36
3.5.4.3 Tingkat Kematian Rayap	37
3.5.4.4 Pengurangan Berat Kertas Umpan	37
3.6 Analisa Data.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 39	
4.1 Isolasi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (<i>Citrus sinensis</i> L.) dengan metode Destilasi Uap-Air	39
4.2 Identifikasi Kromatografi Gas Spektroskopi Massa (GC-MS)	40
4.3 Uji Bioaktivitas Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (<i>Citrus sinensis</i> L.) Terhadap Rayap Tanah (<i>Coptotermes sp.</i>)	44
4.4 Analisa Hasil Penelitian Perspektif Islam	51
BAB V PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jeruk Manis	9
Gambar 2.2 Bagian-bagian Jeruk Manis	11
Gambar 2.3 Kromatogram minyak atsiri kulit buah jeruk nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>).....	19
Gambar 2.4 Spektra massa senyawa dengan waktu retensi 5,290	20
Gambar 2.5 Fragmentasi ion molekul D-Limonen	21
Gambar 2.6 Kromatogram minyak atsiri kulit buah jeruk bali (<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.)	22
Gambar 2.7 Spektrum Massa dari Puncak 9 dengan Waktu Retensi 5,27 menit	22
Gambar 2.8 Kromatogram minyak atsiri kulit buah jeruk Pontianak (<i>Citrus nobilis</i> Lour)	23
Gambar 2.9 Spektra Massa minyak atsiri kulit buah jeruk Pontianak (<i>Citrus nobilis</i> L.)	24
Gambar 2.10 Telur <i>Coptotermes curvignathus</i>	27
Gambar 2.11 Siklus Nimfa rayap.....	28
Gambar 3.1 Gelas Uji.....	36
Gambar 4.1 Lapisan minyak (atas) dan lapisan air (bawah).....	40
Gambar 4.2 Kromatogram minyak atsiri kulit jeruk manis Malang (<i>Citrus sinensis</i> L.)	41
Gambar 4.3 Spektra massa senyawa target pada waktu retensi 9,692 menit...	41
Gambar 4.4 Spektra massa senyawa puncak 2 dengan waktu retensi 10,375 menit.....	42
Gambar 4.5 Fragmentasi ion molekul siklotetrasiloksan.....	43
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Konsentrasi Minyak Atsiri dan Mortalitas Rayap Tanah (<i>Coptotermes</i> sp.)	49
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Konsentrasi Minyak Atsiri dan Pengurangan Berat Kertas Umpan.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kadar limonen penyulingan minyak atsiri kulit jeruk Pontianak	16
Tabel 2.2 Komponen Utama minyak atsiri kulit buah jeruk nipis	19
Tabel 4.1 Komponen Utama Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (<i>Citrus sinensis</i> L.)	44
Tabel 4.2 Hubungan mortalitas dengan pengurangan berat kertas umpan	46



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Diagram Alir	62
Lampiran II	Perhitungan Konsentrasi	67
Lampiran III	Data Mortalitas dan Pengurangan Berat Kertas Umpan	69
Lampiran IV	Perhitungan Mortalitas dan Randemen	72
Lampiran V	Analisa Uji Aktivitas Antirayap dengan LC ₅₀	75
Lampiran VI	Dokumentasi	78



ABSTRAK

Aslamiyah, Syu'aibatul. 2017. **Uji Aktivitas Antirayap Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.) Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes* sp.) dan Identifikasi Menggunakan GC-MS.** Pembimbing I: Rachmawati Ningsih, M.Si; Pembimbing Agama: M. Imamudin, Lc, MA; Konsultan: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Kata Kunci : Limonen, Kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.), Destilasi Uap-Air, Rayap Tanah (*Coptotermes* sp.), GC-MS.

Jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) merupakan tanaman yang tumbuh baik secara alami maupun dibudidayakan di Indonesia. Minyak atsiri kulit jeruk mengandung komponen seperti monoterpen, sesquiterpen, aldehida, ester dan sterol, dan senyawa terbesar dalam minyak atsiri adalah monoterpen. Senyawa ini banyak dimanfaatkan untuk meluncurkan peredaran darah, meredakan radang tenggorokan dan batuk, dan bahkan bisa digunakan sebagai insektisida nabati atau antirayap.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengekstraksi minyak atsiri pada kulit jeruk manis *Citrus sinensis* L. Menggunakan metode destilasi uap-air dengan suhu 100°C selama 4 jam dan diidentifikasi menggunakan GC-MS. Kemudian dilakukan uji aktivitas antirayap minyak atsiri terhadap Rayap tanah (*Coptotermes* sp.) dengan metode *antifeedant* yaitu uji penghambatan makanan dengan variasi konsentrasi minyak atsiri 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% menggunakan kertas saring sebagai umpan untuk mengetahui penggunaan minyak atsiri yang optimal terhadap pembasmian rayap selama 7 hari.

Minyak atsiri kulit buah jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) diperoleh dengan metode destilasi uap-air yang dilakukan selama 4 jam. Rendemen minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) diperoleh sebesar 0,1%. Hasil identifikasi GC-MS menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) mengandung senyawa terbesar dl-limonen (99,78%) dan siklotetrasiloksan (0,22%). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) berpotensi sebagai antirayap dengan konsentrasi 8% sudah tergolong memiliki aktivitas antirayap yang sangat kuat terhadap rayap tanah (*Coptotermes* sp.) dan menyebabkan mortalitas sebesar 90%.

ABSTRACT

Aslamiyah, Syu'aibatul. 2017. **Anti-termite Activity Test of Citrus Peel Essential Oil (*Citrus sinensis* L.) to Subterranean Termite (*Coptotermes* sp.) and The Identification Using GC-MS.** Advisor I: Rachmawati Ningsih, M.Si; Advisor of Religion: M. Imamudin, Lc, MA; Consultant: Ahmad Hanapi, M.Sc.

Keywords: Limonen, Citrus peel (*Citrus sinensis* L.), Steam-water distillation, Subterranean Termite (*Coptotermes* sp.), and GC-MS.

Citrus (*Citrus sinensis* L.) is a plant that grows naturally or cultivated in Indonesia. Citrus peel essential oil contains of components such as monoterpen, sesquiterpen, aldehydes, esters and sterols. The largest compound of essential oil is monoterpen. The compound is widely used for waging blood circulation, relieving sore throats and coughs, and can even be used a vegetable insecticides or anti-termite.

The purpose of this research was to extract citrus (*Citrus sinensis* L.) peel essential oil using steaw-water distillation method with a temperature of 100°C for 4 hours and identified using GC-MS. Then, anti-termite activity test of essential oil to subterranean termite (*Coptotermes* sp.) with antifeedant method that was inhibitory test food with variations of the essential oil concentrations 2%, 4%, 6%, 8%, and 10%. Use filter paper as bait to know the essential oil optimal use to the extermination of termites for 7 days.

Citrus peel essential oil (*Citrus sinensis* L.) was obtained by steam-water distillation method done for 4 hours. Citrus (*Citrus sinensis* L.) peel randemen was obtained of 0.1%. The result of the GC-MS identification showed that citrus (*Citrus sinensis* L.) peel essential oil contained of the largest compound dl-limoenen (99,78%) and cyclotetrasiloxane (0.22%). The results obtained showed that citrus (*Citrus sinensis* L.) peel essential oil potentially as anti-termite with a concentration of 8% already belonged to have a very strong anti-termite activity to subterranean termites (*Coptotermes* sp.) and caused mortality of 90%.

الملخص

الأسلامية، شعبية. ٢٠١٧. تجربة العمالية مبيد الحشرات دهن اتسيري من جلد برتقال على الحشرات الأرض ومماثلة في استعمال GC-MS. مشرفة ١ : رحموات نيعسيه الماجستير؛ مشرف ١١ : محمد امام الدين الماجستير؛ مشرف ١١١ : احمد حنفي الماجستير.

مفتاح الكلمة : مونوترفين، جلد برتقال، ليمونين، ديستلاسي بردالماء، مبيد الحشرات،

و GC-MS

ثمرة البرتقال هي ثمرة حلوة تنبت جيدة في إندونيسيا. دهن اتسيري من جلد برتقال يحتمل عناصر منه مونوترفين، سيسقوتربين، الديفيدا، استير و ستروول. وأكثر عناصر في دهن اتسيري هو مونوترفين ينفع يسهل دور الدم، يشفي الدغام والسعال ومستعمل في مبيد الحشرات.

وغرض هذا البحث إستعمال دهن اتسيري في جلد برتقال (جيتروس سينسيس ل) بمنهج ديستلاسي برد الماء بمائة درجات سلسيوس اربع ساعات وبتحقيق مع GC-MS. بتجربة اعمال مبيد الحشرات دهن اتسيري على الحشرات الأرض بمنهج انتفيدان وهو يتمهل في تجربة الطعام بأنواع فهم دهن اتسيري بمقدار ٢%، ٤%، ٦%، ٨%، و ١٠%. باستعمال تجربة لمعرفة إستعمال دهن اتسيري الجيد في مبيد الحشرات مدة سبعة ايام. ينال دهن اتسيري من جلد برتقال بمنهج ديستلاسي بردالماء مدة اربع ساعات. بوضع داخل الماء دهن اتسيري من جلد برتقال ينال ٠،١%. نتيجة مماثلة GC-MS. يدل اتسيري من جلد برتقال يشمل أكثر عناصر فيه ليمونين (٩٩،٧٨%) وسيكلوتتراسيلوكسان (٢٢،٠%). ونتيجة دهن اتسيري من جلد برتقال. يقدر بالمبيد الحشرات ٨% يدخل اعمال لمبيد الحشرات الأقوى في الحشرات الأرض ويسبب الممات بنسبة ٩٠%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produksi jeruk di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami pasang surut. Hal ini terbukti pada tahun 2010, 2011, dan 2012 berturut-turut mencapai 2.028.904 ton, 1.818.949 ton, dan 1.609.482 ton (BPS, 2013). Nilai produksi tersebut mencakup semua jenis jeruk, mulai dari jeruk manis, siam, keprok, dan pamelos. Jenis jeruk yang berpotensi untuk dikembangkan adalah jeruk manis (orange), terutama untuk kebutuhan pabrik pengolahan (minuman sari buah). Pada tahun 2013 Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur melaporkan bahwa penghasil jeruk manis terbesar ada di wilayah Kecamatan Bumiaji Batu dengan total 23.152 ton/tahun, kemudian total produksi Kecamatan Dau dengan total 15.080 ton/tahun (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2013). Semua kekayaan di bumi Indonesia ini diciptakan oleh Allah SWT tanpa ada yang sia-sia. Seperti yang dijelaskan dalam firman-Nya surat Al-‘Imron ayat 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَآخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ۚ ١٩٠
 اللَّهُ فِيمَا وَقَعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا
 بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ١٩١

Artinya: "Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka" (Q.S Al-‘Imron 3: 190-

191).

Ayat di atas menjelaskan bahwa kekayaan alam ini diperuntukkan bagi manusia bukan diciptakan tanpa ada manfaat apapun. Akan tetapi untuk mengetahui manfaat dari suatu hal yang diciptakan oleh Allah SWT manusia dianjurkan untuk berfikir mencari sesuatu yang belum kita ketahui manfaatnya baik itu benda mati maupun makhluk hidup seperti hewan dan tumbuhan yang ada dimuka bumi ini (Lajnah, 2000). Orang yang berfikir adalah orang yang mau memperhatikan dan menyelidiki ciptaan Allah SWT seperti yang telah difirmankan dalam surat An-Nahl ayat 11:

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَبَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ۝ ۱۱

Artinya: “Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanaman-tanaman; zaitun, korma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan” (Q.S An-Nahl 16: 11).

Potongan ayat diatas telah menyebutkan bahwa berbagai tanaman yang bermanfaat dan memiliki khasiat bagi kesehatan. Pemanfaatan tanaman sebagai insektisida nabati merupakan salah satu cara untuk mengambil pelajaran dan memikirkan tentang kekuasaan Allah SWT. Semua yang telah diciptakan mempunyai manfaat dan itu merupakan tanda-tanda kebesaran Allah SWT (Lajnah, 2000).

Limbah kulit jeruk termasuk ke dalam golongan limbah biodegradable yaitu limbah yang dapat diuraikan secara proses biologi baik itu secara aerob

maupun anaerob. Namun, akan lebih baik jika limbah ini diolah menjadi produk yang memiliki nilai guna terlebih jika memiliki nilai jual. Pada sebagian masyarakat mengolah limbah kulit jeruk secara sederhana menjadi campuran pembuat kue atau pengharum ruangan. Kulit jeruk mengandung minyak atsiri yang terdiri dari berbagai komponen seperti monoterpen, sesquiterpen, aldehida, ester dan sterol. Minyak atsiri kulit jeruk memiliki kandungan senyawa yang berbeda-beda, bergantung varietas, sehingga aromanya pun berbeda.

Minyak atsiri yang dikenal juga dengan nama minyak eteris atau minyak terbang (*essential oil, volatile oil*) dihasilkan oleh tanaman. Minyak tersebut mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, rasa getir, berbau wangi sesuai dengan bau tanaman penghasilnya, umumnya larut dalam pelarut organik dan tidak larut air (Ketaren, 1985). Minyak atsiri kulit jeruk memiliki bau yang khas dan biasanya digunakan dalam pembuatan minyak gosok alami, kosmetik, dan aromaterapi (Friatna, 2011). Minyak atsiri kulit jeruk pada umumnya diperoleh dengan metode destilasi uap-air (Mulyani, 2009; Megawati, 2015).

Pada umumnya minyak atsiri dapat di peroleh dengan cara penyulingan, karena prosesnya tidak rumit dan tidak mahal. Metode destilasi uap dan air (*water and steam distillation*) dikenal dengan sistem kukus, dimana bahan baku akan ditempatkan dalam suatu tempat seperti piringan atau plat besi berlubang seperti ayakan yang ditopang diatas dasar alat suling dan dibawahnya diisi air (Armando, 2009; Satrohamidjojo, 2004). Dalam penelitian ini digunakan metode destilasi uap air, karena dari beberapa penelitian sebelumnya ekstraksi minyak atsiri dilakukan dengan metode ini menghasilkan randemen yang cukup besar. Pada penelitian

Mulyani (2009) menyatakan bahwa ekstraksi kulit jeruk limau menggunakan metode destilasi uap-air didapatkan randemen minyak atsiri sebesar 0,72%, bobot jenis sebesar 0,8957%, dan indeks bias 1,4736%. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa dari kulit jeruk yang telah dikeringkan selama 12 jam (40°C) dan diekstraksi melalui metode destilasi uap dengan pelarut air didapatkan randemen minyak 0,59-1,05% dengan kadar *limonene* mencapai 97,57% (Muhtadin, 2013). Sari, dkk (2013) menyatakan bahwa penyulingan minyak atsiri kulit jeruk Pontianak dengan menggunakan metode destilasi uap-air selama kurang lebih 3-4 jam menghasilkan randemen minyak atsiri sebesar 0,26%. Kemudian diidentifikasi menggunakan GC-MS untuk mengetahui kandungan senyawa dalam minyak atsiri.

Pada penelitian Switaning, dkk (2010) menyatakan bahwa secara kimiawi, kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* (L) Obbeck) mengandung minyak atsiri yang terdiri dari berbagai komponen seperti monoterpen, sesquiterpen, aldehida, ester dan sterol. Hasil analisis dengan GC-MS menunjukkan bahwa rincian komponen minyak kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* (L) Obbeck) adalah sebagai berikut: limonen (94%), mirsen (2%), linalol (0,5%), oktanal (0,5%), dekanal (0,4%), sitronelal (0,1%), neral (0,1%), geranial (0,1%), valensen (0,05%), sinensial (0,02%), dan sinensial (0,01%). Kandungan limonen bervariasi untuk tiap varietas jeruk, berkisar antara 70-92% (Mizu, 2008). Wibaldus, dkk (2016) menyatakan bahwa limonen dalam minyak atsiri kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dapat berfungsi sebagai antirayap.

Minyak atsiri kulit jeruk merupakan salah satu alternatif yang berpotensi dalam pengendalian serangga. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa minyak

atsiri kulit jeruk memiliki manfaat sebagai insektisida bagi serangga seperti rayap (Wibaldus, dkk, 2016; Sari, dkk, 2016; Nabu, dkk, 2015; Lestari, dan Arreniuz, 2014). Bahan aktif mayor yang terdapat didalam minyak atsiri kulit jeruk adalah senyawa limonen ($C_{10}H_{16}$) (Tarwiyah, 2001; Lota, dkk, 2001; Astarini, 2010). Selain limonen, minyak atsiri kulit jeruk juga mengandung linalol, linalil dan terpineol yang berfungsi sebagai penenang/*sedative* (Switaning, dkk, 2010). Sejumlah senyawa aktif yang terkandung dalam minyak atsiri jeruk telah ditentukan bioaktivitasnya. Noverita, dkk (2014), menyatakan bahwa *Citronella* yang terdapat dalam minyak atsri kulit jeruk purut bersifat sebagai racun terhadap rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* H.).

Rayap merupakan salah satu serangga yang banyak menimbulkan kerugian bagi manusia, diantaranya yaitu merusak bangunan yang terbuat dari kayu dan juga menjadi hama yang menyerang perkebunan. Kondisi iklim, tanah dan banyaknya ragam jenis tumbuhan di Indonesia sangat mendukung kehidupan rayap (Nandika, dkk, 2003). Kerugian akibat serangan rayap perusak di Indonesia dapat mencapai 224-238 milyar per tahun. Terdapat 200 jenis rayap yang telah ditemukan di Indonesia, salah satunya adalah rayap *Coptotermes* sp. (Prasetyo dan Yusuf, 2005).

Rayap genus *Coptotermes* sp. merupakan hama bangunan terpenting karena dampak kerusakan dan kemampuannya dalam menyerang bangunan yang lebih tinggi di bandingkan rayap tanah lainnya (Subekti, 2010). Selain itu, rayap *C. curvignahus* (Holmgren) dikenal sebagai hama yang banyak menyerang dan menyebabkan kematian tanaman karet dan kelapa sawit (Nandika, dkk, 2003). Hingga saat ini, penanggulangan rayap masih bergantung kepada penggunaan

bahan kimia sintetis yang cenderung berbahaya bagi manusia. Selain itu juga dapat mencemari lingkungan karena lebih sulit untuk didegradasi dan dapat bertahan lama di lingkungan. Oleh karena itu diperlukan alternatif lain yang lebih ramah lingkungan dalam pengendalian rayap seperti minyak atsiri dari kulit jeruk manis.

Jeruk manis (*Citrus sinensis* L) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri. Kulit jeruk manis menghasilkan minyak atsiri yang sering digunakan sebagai aromatik dengan komposisi senyawanya adalah limonen, sitronelal, geraniol, linalol, α -pinen, mirsen, β -pinen, sabinen, geranil asetat, nonanal, geranial, β -kariofilen, dan α -terpineol (Indah, 2013). Menurut Raina, *et al* (2007) minyak kulit jeruk bersifat toksik terhadap serangga termasuk rayap. Hal ini juga telah didukung oleh beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa minyak atsiri dari beberapa genus *Citrus* memiliki potensi sebagai antirayap. Menurut Lestari dan Arreneuz (2014) minyak atsiri kulit buah jeruk pontianak *C. nobilis* Lour menyebabkan kematian 100% rayap *C. curvignatus* sp. Pada penelitian Nabu, dkk (2015) menyatakan bahwa minyak atsiri kulit jeruk *C. nobilis* var.microcarpa menyebabkan mortalitas rayap *C. curvignatus* Homlgren. Sebesar 98,99%. Pada penelitian Sari, dkk (2016) menyatakan bahwa minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima* (Burm.) Merr.) berpotensi sebagai antirayap pada konsentrasi 8% sudah tergolong memiliki aktivitas antirayap yang sangat kuat terhadap rayap *Coptotermes* sp. dan menyebabkan mortalitas rayap sebesar 97,33% .

Berdasarkan uraian tersebut diperkirakan bahwa minyak atsiri kulit buah *Citrus sinensis* L. berpeluang sebagai antirayap, sehingga perlu dilakukan uji

aktivitas minyak atsiri kulit buah jeruk manis (*Citrus sinensis* L) sebagai antirayap terhadap rayap *Coptotermes* sp. dengan menggunakan metode Ohmura, *et al.*, (2000) yaitu uji penghambatan makanan (antifeedant bioassay) dengan beberapa modifikasi. Maka dari itu, penting dilakukan penelitian tentang Uji aktivitas antirayap minyak atsiri kulit jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.) terhadap rayap tanah (*Coptotermes* sp.) dan identifikasi menggunakan GC-MS, untuk mengetahui besarnya aktivitas minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L) dari Selorejo-Malang serta menentukan tingkat pemakaian minyak atsiri yang optimal dalam menghambat serangan rayap *Coptotermes* sp.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana aktivitas antirayap minyak atsiri kulit jeruk manis dari Selorejo (*Citrus sinensis* L.) terhadap rayap tanah (*Coptotermes* sp.)?
2. Bagaimana hasil analisis minyak atsiri kulit jeruk manis dari Selorejo (*Citrus sinensis* L.) menggunakan GC-MS?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui aktivitas antirayap minyak atsiri kulit jeruk manis dari Selorejo (*Citrus sinensis* L.) terhadap rayap tanah (*Coptotermes* sp.).
2. Untuk mengetahui hasil analisis minyak atsiri kulit jeruk manis dari Selorejo (*Citrus sinensis* L.) menggunakan GC-MS.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui aktivitas antirayap minyak atsiri kulit jeruk manis dari Selorejo (*Citrus sinensis* L.) terhadap rayap tanah (*Coptotermes* sp.).
2. Dapat mengetahui hasil analisis minyak atsiri kulit jeruk manis dari Selorejo (*Citrus sinensis* L.) menggunakan GC-MS.
3. Menambah wawasan ilmu pengetahuan dibidang kimia.

1.5 Batasan Masalah

1. Limbah kulit jeruk manis diambil dari petani pengepul buah jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) dari dusun Selorejo-Malang.
2. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode destilasi uap-air.
3. Identifikasi senyawa hasil destilasi menggunakan GC-MS.
4. Uji aktivitas ekstrak minyak atsiri kulit buah jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) menggunakan metode *anti-feedant*.
5. Rayap uji menggunakan Rayap Tanah (*Coptotermes* sp.)
6. Menggunakan variasi konsentrasi minyak atsiri 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kulit Jeruk

Pohon Jeruk merupakan jenis pohon dengan tinggi 2-8 meter. Tangkai daun bersayap sangat sempit sampai boleh dikatakan tidak bersayap, panjang 0,5-1,5 cm. Helaian daun berbentuk bulat telur memanjang, elliptis atau berbentuk lanset dengan ujung tumpul, melekok ke dalam sedikit, tepinya bergerigi beringgit sangat lemah dengan panjang 3,5-8 cm. Bunganya mempunyai diameter 1,5-2,5 cm, berkelamin dua daun mahkotanya putih. Buahnya berbentuk bola tertekan dengan panjang 5-8 cm, tebal kulitnya 0,2-0,3 cm dan daging buahnya berwarna oranye. Rantingnya tidak berduri dan tangkai daunnya selebar 1-1,5 mm (AAK, 1994).



Gambar 2.1 Jeruk Manis (Pracaya, 1999)

Jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) merupakan tanaman buah tahunan. Pertama kali dibudidayakan oleh masyarakat Cina bagian selatan (Pracaya, 1999). Jeruk manis ini rasanya memang manis, tetapi ada pula jeruk manis yang disertai

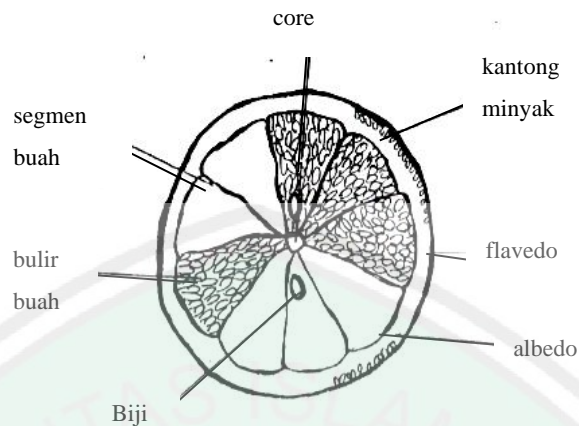
rasa asam sedikit. Saat ini di daerah tropis maupun sub tropis tanaman ini sudah banyak dibudidayakan. Jeruk manis atau jeruk peras termasuk dalam klasifikasi berikut ini (Pracaya, 1999):

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisio	: Spermathophyta (tanaman berbiji)
Sub divisio	: Angiospermae (biji di dalam buah)
Kelas	: Dicotyledoneae (biji berkeping dua)
Ordo	: Rutales
Famili	: Rutaceae
Genus	: Citrus
Species	: <i>Citrus sinensis</i> (L)

Varietas jeruk manis dibagi atas empat golongan yakni jeruk manis biasa (*common orange*, *blond orange*), jeruk manis pusa (*navel orange*), jeruk manis darah (*pigmental orange*) dan jeruk manis tidak asam (*acidless orange*). Salah satu contoh jeruk manis yang termasuk ke dalam kelompok jeruk manis tidak asam (*acidless orange*) adalah jeruk manis pacitan atau yang biasa dikenal dipasaran sebagai jeruk manis *baby* pacitan (Pracaya, 1999).

Jeruk manis (*Citrus sinensis*. L.) termasuk dalam family rutaceae, salah satu jenis citrus (Siburian, 2008). Tanaman ini merupakan tanaman yang dapat tumbuh baik di daerah tropis dan subtropis. Jeruk manis dapat beradaptasi dengan baik di daerah tropis pada ketinggian 900-1200 meter di atas permukaan laut dan udara senantiasa lembab, serta mempunyai persyaratan air tertentu (Simbolon, 2008). Jeruk manis banyak ditanam di daerah 20-40⁰ LU dan 20-40⁰ LS. Di daerah subtropis, ditanam di dataran rendah sampai ketinggian 650 m dpl, sedangkan di sekitar khatulistiwa dapat ditanam sampai ketinggian 2.000 m dpl. Temperatur optimal pertumbuhannya antara 25-30⁰C (Samson, 1986).

2.1.1 Bagian - bagian Kulit Jeruk Manis



Gambar 2.2 Bagian-bagian Jeruk Manis (Albrigo dan Carter, 1977)

Bagian utama buah jeruk dari luar sampai ke dalam adalah kulit (tersusun atas flavedo, kelenjar minyak, albedo dan ikatan pembuluh), segmen-segmen (dinding segmen, rongga cairan, biji), *core* (bagian tengah yang terdiri dari ikatan pembuluh dan jaringan parenkim). Kulit jeruk secara fisik dapat dibagi menjadi dua bagian utama yaitu flavedo dan albedo (kulit bagian dalam yang berupa jaringan busa). Flavedo dicirikan dengan adanya warna hijau, kuning atau orange. Pigmen yang terdapat pada flavedo adalah kloroplas dan karetenoid (Albrigo dan Carter, 1977). Di bagian ini juga terdapat gland yang mengandung minyak kulit jeruk (Kurniawan, 2008).

Albedo merupakan jaringan seperti spon berwarna putih yang berhubungan dengan *core* ditengah-tengah buah. Albedo mempunyai fungsi mensuplai air dan nutrisi dari pohon untuk pertumbuhan dan perkembangan buah. Pada albedo tidak terdapat kloroplas ataupun kromoplas sehingga bagian ini berwarna putih. Bagian albedo mengandung banyak selulosa, hemiselulosa, lignin, senyawa pektat dan fenol. Albedo banyak mengandung senyawa flavon

hesperidoses seperti hesperitin dan naringin serta senyawa-senyawa limonen yang lebih banyak dari flavedo maupun membran buah. Senyawa-senyawa tersebut menyebabkan timbulnya rasa pahit pada produk sari buah jeruk (Albrigo dan Carter, 1997).

Sebagian besar minyak atsiri kulit buah jeruk diperoleh dari kulit jeruk bagian albedo dan flavedo. Pada penelitian Wibaldus, dkk (2016), menyatakan bahwa kulit jeruk nipis yang digunakan adalah bagian flavedo dan albedo terhadap uji bioaktivitas minyak atsiri sebagai anti-rayap dan diperoleh randemen minyak atsiri sebesar 0,23%. Hasil GC menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit jeruk nipis mengandung 5 senyawa mayor yaitu *limonen* (26,04%), *β-citral* (10,40%), *β-pinen* (18,84%), *Citral* (13,09%), dan *-phellandren* (6,29%). Pada penelitian Sari, dkk (2016), menyatakan bahwa uji antirayap minyak atsiri kulit jeruk bali menggunakan bagian flavedo dan albedo untuk didestilasi kemudian diambil minyak atsirinya dan diperoleh randemen minyak atsiri sebesar 0,2%. Hasil GC menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit jeruk bali mengandung senyawa terbesar yaitu *dl-limonen* (41,98%).

2.1.2 Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis

Zat bermanfaat yang terkandung dalam kulit jeruk salah satunya adalah minyak atsiri. Minyak atsiri adalah sejenis minyak nabati yang dapat berubah mengental bila diletakkan pada suhu ruangan. Minyak ini mengeluarkan aroma yang sangat khas dan biasa digunakan sebagai bahan pembuat minyak gosok alami yang digunakan untuk pengobatan dan kosmetika. Kulit jeruk mengandung atsiri yang terdiri dari berbagai komponen seperti *tepen*, *sesquiten*, *aldehida*, *ester* dan *sterol*. Kandungan minyak kulit jeruk yang begitu banyak sehingga dapat

digunakan sebagai *flavour* terhadap produk minuman, kosmetika, dan sanitari (Friatna, 2011).

Minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L) diketahui mengandung senyawa golongan monoterpen yaitu limonene (91,6%), α -pinen (0,9%), sabinen (1.0%), dan *myrcen* (1.3%); golongan sesquiterpen yaitu α -*copaene* (0.1%), dan β -*caryophyllene* (0.1%); golongan aldehid antara lain octanal (1.4%), decanal (0.2%) dan geranial (0.2%); golongan alkohol antara lain linalool (0.4%), α -terpineol (0.1%) dan geraniol (0.1%); golongan ester yaitu *garanyl asetat* (0.1%) dan *neryl asetat* (0.1%) (Gulay *et al.*, 2009). Minyak atsiri dari kulit jeruk manis juga dilaporkan menjadi salah satu sumber yang kaya akan senyawa bioaktifnya seperti kumarin, flavonoid, karoten, terpen, linalool, limonene dan pinen (Mondello *et al.*, 2005).

2.1.3 Minyak Atsiri Kulit Jeruk Sebagai Anti-Rayap

Kegunaan minyak atsiri sangat luas khususnya dalam berbagai bidang industri, contohnya antara lain dalam industri kosmetik, industri makanan, industri farmasi atau obat-obatan (antinyeri, antiinfeksi, pembunuh bakteri, dan digunakan juga sebagai insektisida (Luthony dan Rahmawati, 1994). Menurut Dubey *et al.* (2008), Isman (2000), dan Koul *et al.* (2008), aktivitas biologi minyak atsiri terhadap serangga dapat bersifat menolak (*repellent*), menarik (*attractant*), racun kontak (*toxic*), racun pernafasan (*fumigant*), mengurangi nafsu makan (*antifeedant*), menghambat peletakan telur (*oviposition deterrent*), menghambat pertumbuhan, menurunkan fertilitas, serta sebagai anti-serangga.

Sebagian besar minyak atsiri termasuk dalam golongan senyawa organik terpena dan terpenoid yang bersifat larut dalam minyak/ lipofil. Bahan aktif yang

berperan terutama senyawa limonen yang dikandung minyak atsiri kulit jeruk (Switaning, dkk, 2010). Limonen yang berfungsi sebagai insektisida yang efektif untuk mengendalikan hama serangga seperti rayap (Wibaldus, dkk, 2016; Sari, dkk, 2016; Lestari dan Arreneuz, 2014; Nabu, dkk, 2014). Selain limonen, minyak atsiri kulit jeruk juga mengandung linalol, linalil dan terpinol yang berfungsi sebagai penenang (*sedative*) (Switaning, dkk, 2010). Ada pula senyawa citronela yang berfungsi sebagai racun terhadap serangga (Noverita, dkk, 2014).

2.2 Destilasi Uap-Air

Metode *water and steam distillation* digunakan karena minyak atsiri umumnya akan terdekomposisi pada suhu tinggi. Penambahan air atau uap air dapat menurunkan titik didih, sehingga minyak atrisi menguap pada suhu lebih rendah dari pada titik didihnya pada tekanan atmosfer. Metode ini seringkali digunakan untuk memisahkan komponen dengan titik didih tinggi dari sejumlah pengotor yang non volatil (Luthony, 2000).

Bahan tanaman yang akan disuling diletakkan di atas rak-rak atau saringan berlubang. Kemudian ketel penyulingan diisi dengan air sampai permukaanya tidak jauh dari bagian bawah saringan. Ciri khas model ini yaitu uap selalu dalam keadaan basah, jenuh dan tidak terlalu panas. Bahan tanaman yang akan disuling hanya berhubungan dengan uap dan tidak dengan air panas (Luthony, 2000). Dalam tanaman minyak atsiri terdapat dalam kelenjar minyak dan akan keluar setelah hidrodifusi dimana uap menerebos jaringan tanaman. Proses difusi berlangsung sangat lambat sehingga untuk mempercepat sebelum penyulingan dilakukan bahan harus diperkecil dengan dipotong atau digerus (Luthony, 2000).

Penyimpanan bahan tanaman sebelum dipotong sering menyebabkan lepasnya minyak atsiri, biasanya hilangnya minyak atsiri oleh penguapan relatif sedikit tetapi sering disebabkan oleh oksidasi dan resinifikasi. Minyak atsiri pada jaringan tanaman sering hilang karena pemanasan setelah bahan dipanen. Bagian tanaman dengan kandungan air yang tinggi dapat kehilangan kandungan minyak atsiri dalam jumlah besar pada saat dikeringkan pada keadaan terbuka, tetapi memang ada sejumlah tanaman yang kehilangan minyak atsiri sedikit. Pada hakekatnya penguapan melalui dinding jaringan tanaman tidak langsung terjadi karena pelepasan minyak atsiri ini, pertama minyak atsiri harus dibawa ke permukaan tanaman melalui hidrodifusi (Luthony, 2000).

Penyulingan dengan suhu tinggi akan menghasilkan minyak yang bermutu kurang baik. Pengaruh suhu terhadap minyak atsiri sangat penting. Pada awal pemanasan (suhu rendah), persenyawaan dalam minyak yang bertitik didih lebih rendah akan dibebaskan akibat perajangan dan akan menguap lebih dahulu, suhu uap akan naik secara bertahap sampai mencapai suhu uap jenuh pada tekanan operasional. Untuk mendapatkan rendemen yang tinggi dan mutu minyak atsiri yang baik diusahakan agar suhu penyulingan dipertahankan serendah mungkin atau juga pada suhu tinggi dengan waktu sesingkat mungkin, dan pada penyulingan dengan uap, jumlah air yang kontak langsung dengan bahan yang disuling diusahakan sedikit mungkin tetapi harus diingat air harus ada untuk membantu kelancaran difusi (Guenther, 1947).

Dalam penelitian Hidayati (2012) menyatakan bahwa semakin lama waktu penyulingan maka semakin tinggi persentase rendemen minyak atsiri kulit jeruk yang diperoleh. Lama penyulingan mempengaruhi kontak air atau uap air dengan

bahan. Pada penyulingan yang lebih lama, jumlah minyak yang terbawa oleh uap semakin banyak sehingga rendemen minyak yang diperoleh lebih banyak. Lama penyulingan juga berpengaruh terhadap penguapan fraksi yang bertitik didih tinggi. Semakin lama penyulingan, penguapan fraksi yang bertitik didih tinggi akan semakin besar (Guenther, 1947). Hasil penelitian menunjukkan lama waktu penyulingan menghasilkan minyak yang semakin banyak. Kadar limonen tertinggi diperoleh pada suhu 100°C dengan waktu penyulingan selama 7 jam yaitu sebesar 97,69%. Namun perpanjangan waktu penyulingan berdampak pada besarnya biaya bahan bakar yang digunakan (Feryanto, 2007) dan biaya operasional secara keseluruhan.

Tabel 2.1 Kadar limonen penyulingan minyak atsiri kulit jeruk Pontianak (Hidayati, 2012)

Suhu (°C)	Waktu Penyulingan (Jam)	Kadar Limonen (%)
100	4	96,20
	5	96,35
	6	96,79
	7	97,69
110	4	96,14
	5	96,22
	6	96,54
	7	96,60

Pada penelitian Hidayati (2012) menyatakan bahwa distilasi minyak atsiri dari kulit jeruk Pontianak menggunakan metode destilasi uap-air selama 7 jam pada suhu 100°C menghasilkan kadar limonene sebesar 97,69%, Warna minyak atsiri kulit jeruk Pontianak yang diperoleh adalah kuning pucat dengan bobot jenis 0,84; indeks bias 1,47; kelarutan dalam etanol 90% adalah 1:1 (jernih); bilangan

asam 0,143% dan bilangan ester 5,37. Pada penelitian Sari, dkk (2016) menyatakan bahwa minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) diperoleh dengan metode destilasi uap-air secara tidak langsung selama 4 jam. Randemen minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) diperoleh sebesar 0,2% dan hasil identifikasi GC-MS menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) mengandung senyawa terbesar limonen (41,98%).

Pada penelitian Lestari dan Arreneuz (2014) menyatakan bahwa minyak atsiri kulit jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Lour) diperoleh dengan metode destilasi uap-air dengan suhu 95°C selama 4 jam, diperoleh randemen sebesar 0,534% dan identifikasi GC-MS menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Lour) mengandung 2 senyawa mayor yaitu limonen (98,95%) dan mirsen (1,05%). Pada penelitian Noverita, dkk (2014) menyatakan bahwa minyak atsiri kulit jeruk purut (*Citrus hysteric* D.C) diperoleh dengan metode destilasi uap-air selama 5 jam diperoleh randemen sebesar 0,5%. Dan analisis menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit jeruk purut (*Citrus hysteric* D.C) mengandung beberapa senyawa utama (*citronella* 14,18%, *cyclohexene* 10,10%, β -*citronella* 8,54%, *beta phellandrene* 4,47%, *citronellyl acetate* 1,95%).

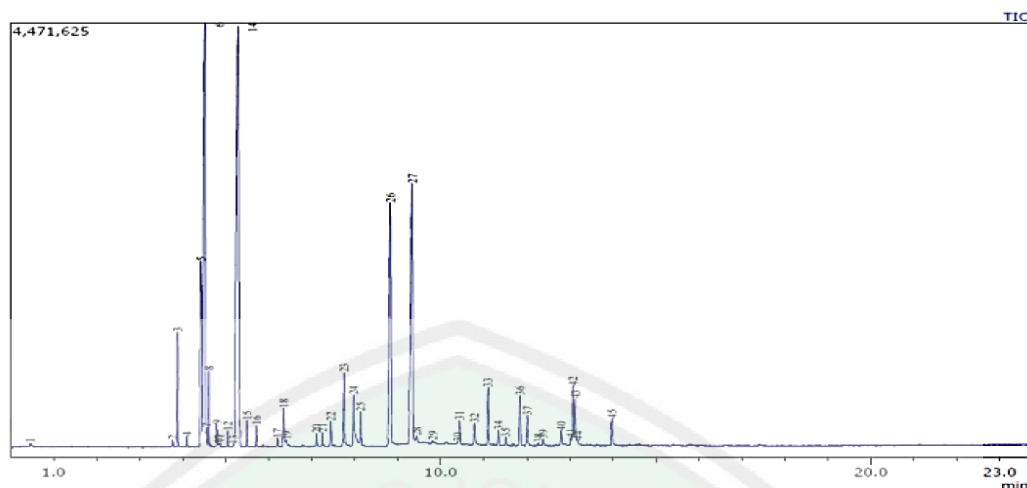
2.3 Identifikasi Komponen Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.) Menggunakan GC-MS

Metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisa senyawa yaitu Kromatografi Gas (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan Spektrometri Massa (MS) untuk mengetahui massa

molekul relatif dan pola fragmentasi senyawa yang dianalisis (Pavia *et al.*, 2001). Pada penggunaan GC, efek penguapan dapat dihindari bahkan dihilangkan sama sekali. Perkembangan teknologi instrumentasi yang pesat akhirnya dapat menghasilkan suatu alat yang merupakan gabungan dua sistem dengan prinsip dasar yang berbeda satu sama lain tetapi saling melengkapi, yaitu gabungan antara kromatografi gas dan spektrometer massa. Kromatografi gas berfungsi sebagai alat pemisah berbagai campuran komponen dalam sampel sedangkan spektrometer massa berfungsi untuk mendeteksi masing-masing komponen yang telah dipisahkan pada kromatografi gas (Agusta, 2000).

Kromatografi Gas merupakan teknik instrumental yang dikenalkan pertama kali pada tahun 1950-an. Kromatografi gas merupakan metode yang dinamis untuk pemisahan dan deteksi senyawa-senyawa organik yang mudah menguap dan senyawa-senyawa gas anorganik dalam suatu campuran (Rohman, 2009). Dalam kromatografi gas, fase Bergeraknya adalah gas dan zat terlarut terpisah sebagai uap. Pemisahan tercapai dengan partisi sampel antara fase gas bergerak dan fase diam berupa cairan dengan titik didih tinggi (tidak mudah menguap) yang terikat pada zat padat penunjangnya (Khopkar, 2003).

Berdasarkan penelitian Wibaldus, dkk (2016) menyatakan bahwa hasil analisis Kromatografi Gas Spektroskopi Massa terhadap minyak atsiri kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) menunjukkan terdapat 45 senyawa penyusun minyak atsiri jeruk nipis, dimana terdiri dari 5 senyawa mayor dan 40 senyawa minor dapat dilihat pada kromatogram pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Kromatogram minyak atsiri kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) (Wibaldus, dkk, 2016)

Pemaparan mengenai kromatogram jeruk nipis berdasarkan penelitian Wibaldus, dkk (2016) sesuai gambar 2.3 bahwa terdapat 5 komponen mayor yaitu limonen (26,04%), β -citral (10,40%), β -pinen (18,84%), Citral (13,09%), dan β -phellandren (6,29%).

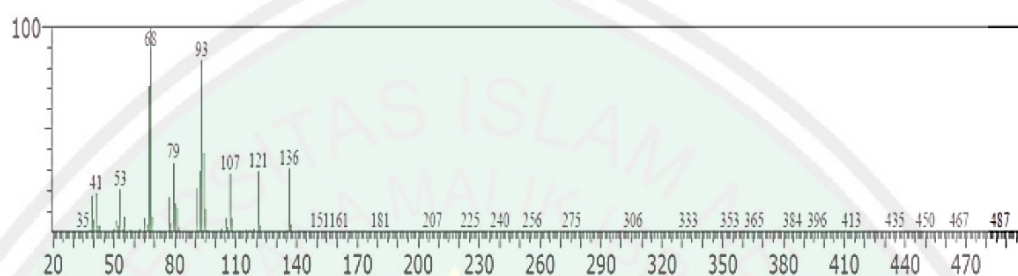
Tabel 2.2 Komponen Utama minyak atsiri kulit buah jeruk nipis (Wibaldus, dkk, 2016)

Puncak	Waktu Retensi (menit)	Luas Area (%)	SI (%)	Rumus Molekul	Berat Molekul	Perkiraan Senyawa
5	4,424	6,29	96	$C_{10}H_{16}$	136	β -phellandren
6	4,515	18,84	96	$C_{10}H_{16}$	136	β -pinen
26	8,829	10,40	96	$C_{10}H_{16}O$	152	β -citral (Neral)
14	5,290	26,04	96	$C_{10}H_{16}$	136	Limonen
27	9,335	13,09	97	$C_{10}H_{16}O$	152	Citral (Geranial)

Berdasarkan penelitian Wibaldus, dkk (2016) menyatakan bahwa limonen merupakan senyawa terbanyak yang terkandung dalam minyak atsiri jeruk nipis ditunjukkan pada puncak 14 dengan waktu retensi 5,290 menit, luas area 26,04%

dan memiliki berat molekul 136. Adapun tabel komponen utama minyak atsiri pada kulit jeruk nipis disajikan pada tabel 2.2.

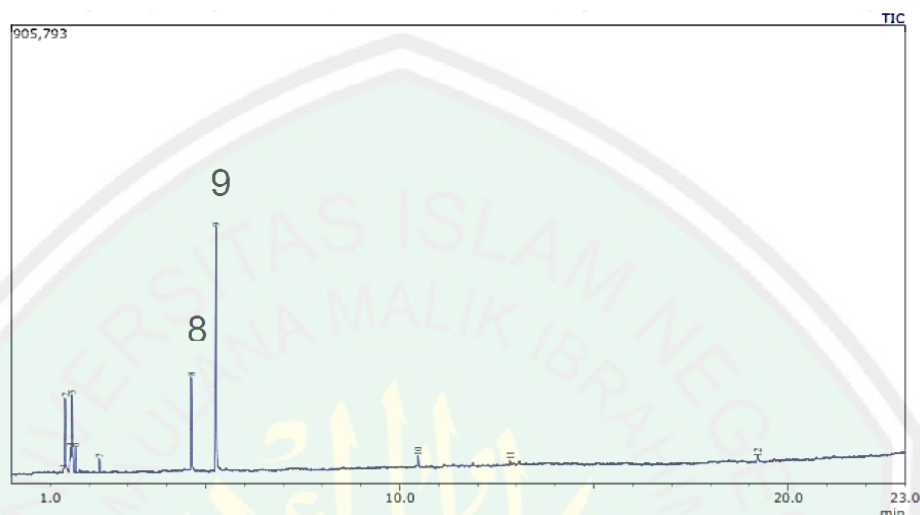
Spektra massa pada penelitian Wibaldus, dkk (2016) menunjukkan bahwa senyawa target memiliki kemiripan 96% dengan spektra massa standar limonen.



Gambar 2.4 Spektra massa senyawa dengan waktu retensi 5,290 (Wibaldus, dkk, 2016).

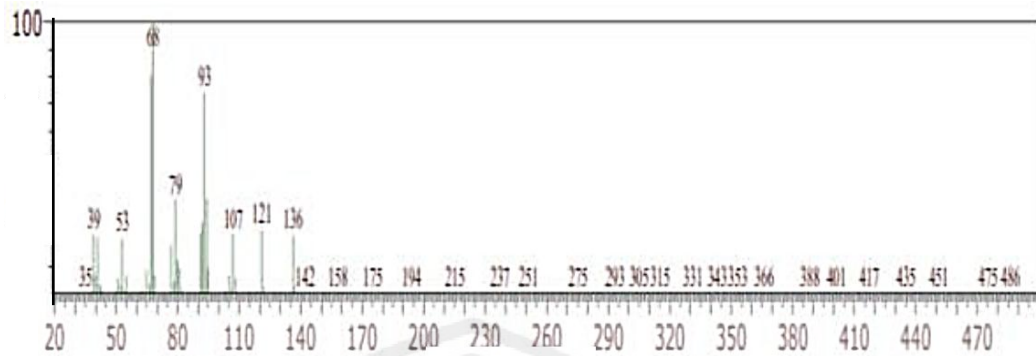
Berdasarkan spektra massa pada Gambar 2.4, pola fragmentasi pada senyawa limonen membentuk ion molekul $[\text{C}_{10}\text{H}_{16}]^+$ dengan m/z 136 akibat hilangnya satu elektron. Kemudian melepaskan radikal $\cdot\text{CH}_3$ dengan m/z 15 sehingga membentuk ion molekul $[\text{C}_9\text{H}_{13}]^+$ dengan m/z 121. Selanjutnya melepaskan molekul CH_2 dengan m/z 14 membentuk ion molekul $[\text{C}_8\text{H}_{11}]^+$ dengan m/z 107. Selanjutnya melepaskan molekul CH_2 dengan m/z 14 membentuk ion molekul $[\text{C}_7\text{H}_9]^+$ dengan m/z 93. Ion molekul $[\text{C}_7\text{H}_9]^+$ melepaskan molekul CH_2 dengan m/z 14 sehingga membentuk $[\text{C}_6\text{H}_7]^+$ dengan m/z 79. Selanjutnya lepas molekul C_2H_2 dengan m/z 26 sehingga membentuk $[\text{C}_4\text{H}_5]^+$ dengan m/z 53. Menurut Irawan (2010) puncak pada m/z 68 ini menunjukkan puncak khas dari limonen yakni terjadinya pemecahan sejenis reaksi homolitik *retro Diels-Alder*.

Pada penelitian Sari, dkk (2016) menyatakan bahwa hasil analisis GC-MS minyak atsiri kulit jeruk bali (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) menunjukkan adanya 12 puncak senyawa dan terdapat 2 puncak senyawa dengan % area yang cukup besar.



Gambar 2.5 Kromatogram minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) (Sari, 2016)

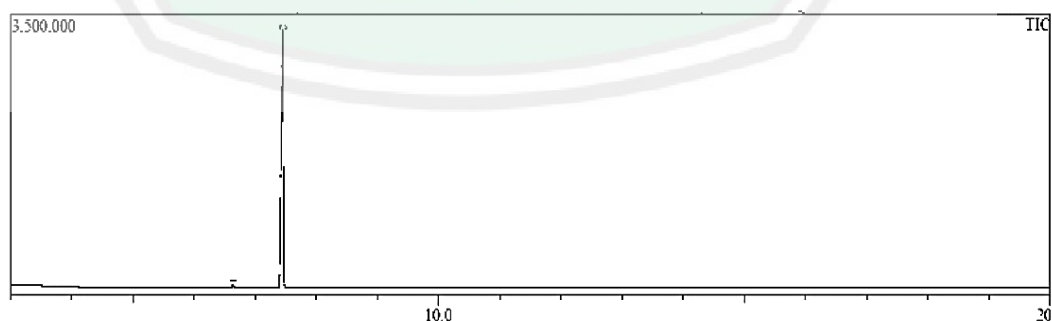
Berdasarkan kromatogram pada Gambar 2.5 terdapat adanya dua puncak senyawa dengan puncak tinggi yang memiliki % area cukup besar. Hal ini menunjukkan adanya dua senyawa mayor penyusun minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*C. maxima*). Dua senyawa tersebut ialah β - mirsen pada puncak 8 dengan % area sebesar 15,34% serta *dl*-limonen sebagai komponen senyawa terbesar pada puncak 9 dengan % area sebesar 41,98%. Spektra massa pada penelitian Sari, dkk (2016) adalah sebagai berikut:



Gambar 2.6 Spektrum Massa dari Puncak 9 dengan Waktu Retensi 5,27 menit (Sari, dkk, 2016)

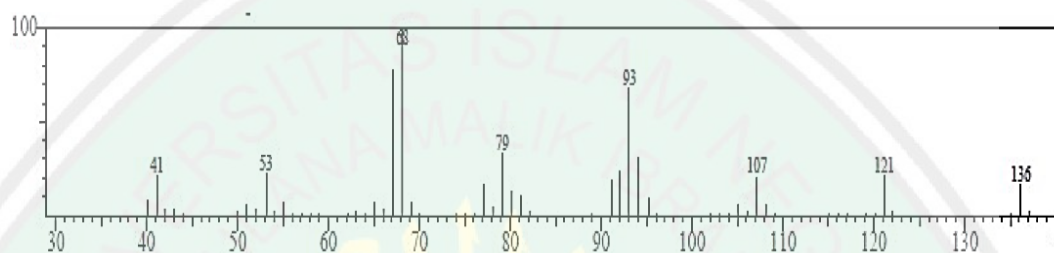
Berdasarkan penelitian Sari, dkk (2016) menyatakan bahwa spektrum massa pada Gambar 2.6 adalah senyawa *dl*-limonen dengan indeks kemiripan sebesar 96%. Senyawa *dl*-limonen merupakan senyawa rasemat yaitu campuran enantiomer dalam jumlah yang sama dan tidak mempengaruhi bidang polarisasi (Makfoeld, dkk, 2002).

Pada penelitian Lestari dan Arreneuz (2014) menyatakan bahwa hasil analisis *GC-MS* minyak atsiri kulit jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Lour) menunjukkan adanya 2 puncak. Berikut adalah hasil identifikasi minyak atsiri kulit jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Lour) dengan menggunakan *GC-MS*:



Gambar 2.7 Kromatogram minyak atsiri kulit buah jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Lour) (Lestari dan Arreneuz, 2014)

Berdasarkan gambar 2.7 dapat diketahui bahwa minyak atsiri kulit jeruk pontianak terdiri dari 2 senyawa, puncak no. 1 pada gambar menunjukkan senyawa γ -mirsen sebesar 1,05% dan puncak no. 2 menunjukkan senyawa dominan yaitu limonen sebesar 98,95%. Spektra massa pada penelitian Lestari dan Arreneuz, (2014) adalah sebagai berikut:



Gambar 2.8 Spektra Massa minyak atsiri kulit buah jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Lour) (Lestari dan Arreneuz, 2014).

Dengan perbandingan data spektrum target yang disajikan pada gambar 2.8 menunjukkan kemungkinan senyawa limonen yang mendekati kemiripan senyawa sebesar 96%. Berdasarkan gambar 2.8, Siburian (2008), menyatakan bahwa puncak pada m/z 68 ini menunjukkan puncak khas dari limonen yakni terjadinya pemecahan sejenis reaksi homolitik *retro Diels-Alder*. Adapun fragmentasi dari ion molekul limonen hingga menghasilkan puncak-puncak m/z 121, m/z 107, m/z 93, m/z 79, m/z 68 dan m/z 53 dapat dilihat pada Gambar 4.6 halaman 44.

2.4 Uji Aktivitas Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L) sebagai Anti-Rayap

Aktivitas Biologi Metabolit Sekunder Tumbuhan, terdiri dari 4 jenis, yaitu: aktivitas *antifeedant*, aktivitas penolakan peneluran, aktivitas pengatur

pertumbuhan serangga, aktivitas kematian/mortalitas (Dadang dan Prijono, 2008). *Antifeedant* adalah zat atau senyawa kimia yang ketika dirasakan oleh serangga dapat menghasilkan penghentian aktivitas makan yang bersifat sementara atau permanen tergantung pada potensi atau kekuatan senyawa tersebut dalam memberikan aktivitasnya. Pengertian antifeedant mencakup penolakan makan (tidak ada aktivitas makan sama sekali) dan penghambatan makan (ada aktivitas makan namun terhambat) (Prijono, 2008).

Data sementara yang ada di Direktorat Perlindungan Hortikultura menunjukkan bahwa kelompok petani yang telah membuat dan mengembangkan serta mengaplikasikan pestisida nabati dan agen hayati berjumlah 300 lebih, sehingga sebenarnya apabila kelompok tani tersebut mengaplikasikan di lahannya masing-masing, diharapkan penggunaan pestisida kimia sintetis dapat berkurang secara signifikan (Direktorat Perlindungan Hortikultura, 2008).

Penelitian sebelumnya Wibaldus, dkk (2016), menyatakan bahwa uji bioaktivitas minyak atsiri jeruk nipis (*Citrus autofolia*) terhadap rayap tanah *Coptotermes sp* menggunakan metode *antifeedant* memiliki nilai mortalitas rayap sebesar 50%. Lestari dan Arreneuz (2014), menyatakan bahwa minyak atsiri kulit buah jeruk Pontianak (*Citrus nobilis lour*) memiliki bioaktivitas terhadap rayap tanah dengan menggunakan metode *antifeedant*, pada konsentrasi 10% mortalitas sebesar 100% pada hari ke-4. Sari, dkk (2016), menyatakan bahwa aktivitas antirayap minyak atsiri kulit buah jeruk bali (*Citrus maxima* (Burn.) Merr.) terhadap rayap *Coptotermes sp*. menggunakan metode *antifeedant* pada konsentrasi 8% mortalitas rayap sebesar 97,33%.

Indikator lain yang menunjukkan tingkat toksisitas minyak atsiri jeruk nipis adalah pengurangan berat dari kertas uji (umpan). Aktivitas makan rayap menurun seiring dengan meningkatnya daya racun (toksisitas) dari minyak atsiri jeruk, dimana minyak atsiri jeruk bersifat menghambat aktivitas makan pada rayap (*antifeedant*). Rayap memiliki kecenderungan untuk menolak makanan seiring dengan meningkatnya konsentrasi minyak atsiri yang diberikan. Hal ini terjadi karena adanya aroma khas dari minyak atsiri yang mengandung senyawa bioaktif yang bersifat racun pada rayap (Noverita, dkk, 2014).

2.4.1 Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren)

Sistematika rayap (*Coptotermes curvinagthus* Holmgren) menurut (Nandika, dkk, 2003) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Isoptera
Famili	: Rhinotermitidae
Genus	: Coptotermes
Spesies	: <i>Coptotermes curvinagthus</i> Holmgren

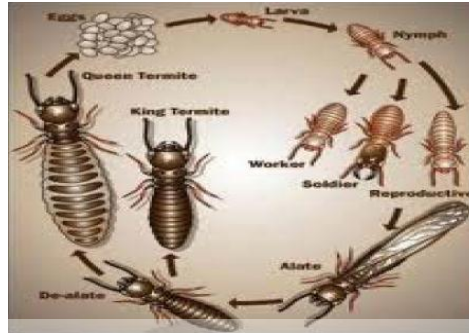
Telur yang akan menetas menjadi nimfa mengalami perubahan 5-8 instar. Jumlah telur rayap bervariasi, tergantung kepada jenis dan umur. Saat pertama bertelur betina mengeluarkan 4-15 butir telur. Telur rayap berbentuk silindris, dengan bagian ujung yang membulat yang berwarna putih. Panjang telur bervariasi antara 1-1,5 mm. Telur *Coptotermes curvignathus* akan menetas setelah berumur 8-11 hari (Tarumingkeng, 2001).



Gambar 2.9 Telur *Coptotermes curvignathus* (Nandika, dkk, 2003)

Nimfa yang menetas dari telur pertama dari seluruh koloni yang baru akan berkembang menjadi kasta pekerja. Kasta pekerja jumlahnya jauh lebih besar dari seluruh kasta yang terdapat dalam koloni rayap. Waktu keseluruhan yang dibutuhkan dari keadaan telur sampai dapat bekerja secara efektif sebagai kasta pekerja pada umumnya adalah 6-7 bulan. Umur kasta pekerja dapat mencapai 19-24 bulan. Nimfa muda akan mengalami pergantian kulit sebanyak 8 kali, sampai kemudian berkembang menjadi kasta pekerja, prajurit dan calon laron (Nandika, dkk, 2003).

Kepala berwarna kuning, antena, labrum, dan pronotum kuning pucat. Bentuk kepala bulat ukuran panjang sedikit lebih besar daripada lebarnya. Antena terdiri dari 15 segmen. Mandibel berbentuk seperti arit dan melengkung diujungnya, batas antara sebelah dalam dari mandibel kanan sama sekali rata. Panjang kepala dengan mandible 2,46-2,66 mm, panjang mandibel tanpa kepala 1,40-1,44 mm dengan lebar pronotum 1,00-1,03 mm dan panjangnya 0,56 mm, panjang badan 5,5-6 mm. Bagian abdomen ditutupi dengan yang menyerupai duri. Abdomen berwarna putih kekuning-kuningan (Nandika, dkk, 2003).



Gambar 2.10 Siklus Nimfa rayap (Nandika, dkk, 2003).

Coptotermes curvignathus Homlgren adalah serangga sosial yang hidup dalam koloni. Dalam satu koloni rayap *Coptotermes curvignathus* H. dapat dijumpai kasta reproduktif, kasta pekerja dan kasta prajurit (Nandika, dkk, 2003).

2.4.2 Perilaku Rayap

Pola perilaku adalah kriptobiotik atau sifat selalu menyembunyikan diri, mereka hidup di dalam tanah dan bila akan invasi mencari objek makanan juga menerobos di bagian dalam, dan bila terpaksa harus berjalan di permukaan yang terbuka mereka membentuk pipa pelindung dari bahan atau humus (Tarumingkeng, 2004). Sifat trofalaksis merupakan ciri khas diantara individu-individu dalam koloni rayap. Masing-masing individu sering mengadakan hubungan dalam bentuk menjilat, mencium dan menggosokkan tubuhnya satu dengan yang lainnya. Sifat ini diinterpretasikan sebagai cara untuk memperoleh protozoa flagellata bagi individu yang baru saja berganti kulit (eksidis), karena pada saat eksidis kulit usus juga tangga sehingga protozoa simbion yang diperlukan untuk mencerna selulosa ikut keluar dan diperlukan reinfeksi dengan jalan trofalaksis. Sifat ini juga diperlukan agar terdapat pertukaran feromon diantara para individu (Tarumingkeng, 2001).

Setiap koloni rayap mengembangkan karakteristik tersendiri berupa bau yang khas untuk membedakannya dengan koloni yang lain. Rayap dapat menemukan sumber makanan karena mereka mampu untuk menerima dan menafsirkan setiap rangsangan bau yang esensial bagi kehidupannya. Bau yang dapat dideteksi rayap berhubungan dengan sifat kimiawi feromonnya sendiri (Tarumingkeng, 2001).

Sifat kanibal terutama menonjol pada keadaan yang sulit misalnya kekurangan air dan makanan, sehingga hanya individu yang kuat saja yang dipertahankan, yaitu dengan membunuh serta memakan rayap-rayap yang tidak produktif lagi (karena sakit, sudah tua tau juga mungkin karena malas), baik reproduktif, prajurit maupun kasta pekerja. Kanibalisme berfungsi untuk mempertahankan prinsip efisiensi dan konservasi energi, dan berperan dalam pengaturan homeostatika (keseimbangan kehidupan) koloni rayap (Tarumingkeng, 2001).

2.5 Pemanfaatan Tanaman sebagai Insektisida Nabati dalam Perspektif Islam

Tanaman adalah salah satu makhluk hidup yang terdapat di alam semesta yang diciptakan oleh Allah SWT untuk memberikan manfaat bagi manusia, karena Allah SWT menciptakan segala sesuatu yang ada di muka bumi ini tidak ada yang sia-sia. Hal ini terbukti dengan banyaknya ayat al-Qur'an yang berkaitan dengan tanaman. Salah satu firman Allah SWT pada surat Luqman adalah:

خَلَقَ السَّمُوتَ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرْوُنَهَا ۖ وَأَلْقَىٰ فِي الْأَرْضِ رَوْسِي أَن تَمِيدَ بِكُمْ ۖ وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَابَّةٍ
وَأَنزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَنبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۝ ١٠

Artinya: “Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembang biakkan padanya segala macam jenis binatang. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik” (Q.S Luqman 31: 10).

Kata زوج كَرِيم berarti tumbuh-tumbuhan yang baik pada ayat di atas mengisyaratkan bahwa berbagai tanaman yang tumbuh dengan adanya air hujan yang mengalir ke tanah yang gersang tersebut menyebabkan tanaman tersebut menjadi tanaman yang baik yaitu tanaman yang memiliki kebermanfaatan. Mulai dari akar, batang, daun dan buahnya bisa dimanfaatkan secara maksimal (Shihab, 2002). Salah satu contoh tanaman yang baik adalah tanaman buah jeruk. Mulai dari buah, daun dan kulitnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan insektisida nabati. Firman Allah SWT pada surat Ibrahim sebagai berikut:

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمُوتَ وَالْأَرْضَ وَأَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ
وَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ ۖ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْأَنْهَارَ ۝ ٣٢

Artinya :”Allah-lah yang telah menciptakan langit dan bumi dan menurunkan air hujan dari langit, kemudian Dia mengeluarkan dengan air hujan itu berbagai buah-buahan menjadi rezeki untukmu; dan Dia telah menundukkan bahtera bagimu supaya bahtera itu, berlayar di lautan dengan kehendak-Nya, dan Dia telah menundukkan (pula) bagimu sungai-sungai” (Q.S. Ibrahim 14: 32).

Ayat di atas menjelaskan bahwa hanya Allah yang mampu menumbuhkan buah-buahan dengan air yang diturunkan dari langit sebagai rizki dan makanan pokok bagi manusia. Allah SWT menumbuhkan semua itu dengan maksud agar menjadi nikmat dan tanda kekuasaan-Nya bagi kaum yang mau mengambil pelajaran dan memikirkannya. Orang yang berfikir tentang hal ini akan mengetahui bahwa Tuhan yang mempunyai kekuasaan seperti ini tidak mungkin ada sesuatu pun yang menyerupai dan menyekutui-Nya (Al-Maraghi, 1993). Pemanfaatan tanaman sebagai insektisida nabati merupakan salah satu wujud bahwa kita mampu mengambil pelajaran dan memikirkan tentang kekuasaan Allah SWT.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni tahun 2017 di laboratorium kimia organik jurusan kimia Universitas Brawijaya dan Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: seperangkat alat destilasi uap-air (ketel, selang, kondensor, pompa air, corong pisah), toples plastik, gunting, kapas, kertas saring Whatman, pasir bersih, pipet tetes, bola hisap, labu takar 10 mL, gelas ukur 10 mL, plastic wrap, alumunium foil, pinset, cawan petri, gelas beker 50 mL, neraca analitik, oven, desikator, dan GC-MS.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) diperoleh dari pedagang jeruk peras selorejo Malang, natrium sulfat anhidrat, termikon (pestisida rayap kimia), rayap tanah (*Coptotermes* sp.) dan aquades.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari satu faktor yaitu konsentrasi minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L) terdiri dari konsentrasi 2% (A1), 4% (A2), 6% (A3), 8% (A4)

dan 10% (A5). Masing-masing tersebut diulang sebanyak 5 kali sehingga menghasilkan 25 unit perlakuan. Sebagai pembanding digunakan Kontrol yaitu dietil eter (K0) dan pestisida kimia termikon (K1). Setiap kontrol diulang sebanyak 5 kali sehingga terdapat 10 unit perlakuan kontrol, Jumlah keseluruhan unit percobaan adalah 35 unit percobaan.

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Uji taksonomi
2. Proses destilasi uap-air
3. Identifikasi senyawa dalam minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) dengan GC-MS
4. Uji aktivitas minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) terhadap rayap tanah (*Coptotermes* sp).
5. Analisis data

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Uji Taksonomi

Uji taksonomi dilakukan untuk mengetahui jenis atau penggolongan suatu spesies tumbuhan maupun makhluk hidup lainnya. Adapun perlakuannya dengan melihat dan memperhatikan struktur yang dimiliki tumbuhan dan mencocokkan kesamaan ciri-ciri yang tampak baik dari segi morfologi maupun anatominya dengan literatur.

3.5.2 Proses Destilasi Uap-Air

Cara kerja yang dilakukan dalam proses penyulingan kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L) adalah dimasukkan air ke bagian dasar ketel (sampai 1/3 bagian dasar). Selanjutnya, bahan baku disimpan di atas penyekat sekitar 75%. Bahan baku jangan terlalu padat agar uap tidak kesulitan menembus bahan baku. Ketel ditutup rapat dan dipanaskan pada suhu 100°C. Kemudian disuling minyak atsiri kulit jeruk manis selama 4 jam sampai minyak tidak menetes lagi. Selanjutnya, minyak dan air akan terpisah dengan sendirinya karena perbedaan berat jenis dan kepolaran, kemudian dilakukan pengambilan minyak secara manual menggunakan corong pisah. Selanjutnya, ditambahkan natrium sulfat anhidrat 2-5% ke dalam minyak sehingga diperoleh minyak yang bebas air, kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca gelap.

Penentuan rendemen minyak atsiri kulit jeruk manis dilakukan dengan cara menimbang kulit jeruk sebelum diekstraksi dan berat minyak atsiri kulit jeruk hasil ekstraksi. Besarnya rendemen dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Randemen (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat minyak atsiri kulit jeruk hasil ekstraksi

B = Berat kulit jeruk sebelum diekstrak

3.5.3 Identifikasi Senyawa Dalam Minyak Atsiri (*Citrus sinensis* L.) Dengan GC-MS

Sebanyak 1 µL minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) diinjeksikan dengan menggunakan syringe ke dalam tempat GC-MS dengan kondisi operasional sebagai berikut:

Gas pembawa : Helium

Injektor : Mode split
 Suhu injector : 310 °C
 Jenis kolom : DB-1 (100% dimetil polisiloksan, penyangga *fused silica*)
 Panjang kolom : 30 meter
 Diameter kolom : 0,25 mm
 Suhu kolom : 40-310 °C dengan kenaikan suhu 10 °C/ menit
 Kecepatan aliran gas : 0,66 mL/menit

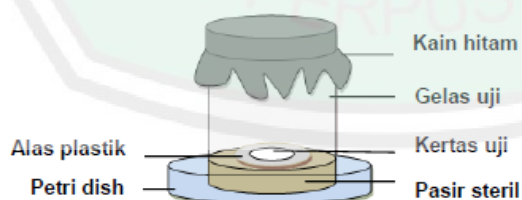
3.5.4 Uji Aktivitas Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis L*)

Uji bioaktivitas minyak atsiri (*Citrus sinensis L*) terhadap rayap tanah *Coptotermes* sp. mengacu pada penelitian Ohmura, *et al.* (1997) yaitu menggunakan metode *anti-feedant bio-assay test* yang telah dimodifikasi.

3.5.4.1 Penangkaran Rayap Tanah

Sebelum penelitian dimulai dari rayap tanah *Coptotermes* sp. sebagai organisme uji dikumpulkan dari kayu-kayu yang terserang rayap, kemudian dipelihara dalam suatu wadah plastik yang berisi kayu-kayu sebagai makanannya dan ditutup dengan kain hitam agar cahaya tidak masuk. Penangkaran dilakukan agar rayap dapat beradaptasi dengan lingkungan baru sehingga diperoleh rayap yang sehat dan aktif yang digunakan dalam penelitian.

3.5.4.2 Persiapan Wadah Uji



Gambar 3.1 Wadah Uji (Wibaldus, dkk, 2016).

Wadah uji terbuat dari bahan plastik berbentuk silinder (tinggi 11,5 cm, diameter atas 9 cm, diameter bawah 9 cm). Sebanyak 50-100 gram pasir bersih

dimasukkan ke dalam wadah uji. kemudian diberi aquades 5 ml untuk memberi kelembaban serta ditutup dengan alumunium foil yang sudah diberi lubang kecil-kecil. Diatas lapisan pasir diletakkan plastik dengan diameter 4 cm sebagai alas kertas umpan agar tidak basah. Kelembapan pasir dijaga dengan meletakkan kapas basah pada bagian bawah wadah uji dan kapas dibasahkan setiap satu hari sekali. Rangkaian wadah uji dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.5.4.3 Pengujian Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis Terhadap Rayap

Pembuatan kertas uji dilakukan dengan menggunakan kertas Whattman. Setelah itu, digunting kertas saring membentuk lingkaran dengan diameter 5 cm, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam lalu disimpan dalam desikator selama 1 hari. Selanjutnya ditimbang berat kertas umpan. Kertas umpan kemudian direndam ke dalam minyak atsiri selama 1 jam dengan konsentrasi berturut-turut 0% (kontrol negatif), 2%; 4%; 6%; 8%; 10% dan termikon (pestisida kimia) sebagai kontrol positif. Selanjutnya dikering-anginkan kertas umpan untuk menguapkan pelarutnya. Setelah itu, diletakkan kertas umpan didalam wadah uji. Kertas umpan berfungsi sebagai sumber makanan bagi rayap. Masing-masing gelas uji terdapat 45 ekor rayap. Wadah uji kemudian ditutup menggunakan alumunium foil yang sudah diberi lubang kecil-kecil, kemudian disimpan wadah uji dalam ruangan gelap selama 7 hari. Jumlah rayap yang mati diambil dan dihitung setiap hari. Setelah 7 hari, kertas umpan di angkat, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam dan disimpan dalam desikator selama 1 hari kemudian ditimbang untuk mengetahui berat akhir kertas umpan. Selanjutnya dihitung kehilangan berat kertas umpan masing-masing konsentrasi.

3.5.4.4 Tingkat Kematian Rayap (Mortalitas) (Indrayani, 2012)

Mortalitas rayap diamati setiap hari. Kemudian setelah 7 hari mortalitas rayap dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

A = jumlah individu rayap yang mati

B = total individu rayap mula-mula

3.5.4.5 Pengurangan Berat Kertas Umpan (Indrayani, 2012)

Pada akhir pengamatan dilakukan penimbangan kertas saring uji untuk mengetahui persentase pengurangan berat kertas saring akibat serangan rayap. Persentase pengurangan berat kertas saring uji dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{PB (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

PB = Pengurangan Berat

W_0 = berat kertas saring sebelum diumpankan (gr)

W_1 = berat kertas saring setelah diumpankan (gr)

3.6 Analisis Data

Data mortalitas rayap hasil uji aktivitas antirayap dibuat dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dideskripsikan hasilnya. Tingkat mortalitas rayap tanah (*Coptotermes* sp.) dapat diketahui dengan melakukan uji LC_{50} untuk mengetahui nilai LC_{50} (konsentrasi yang menyebabkan kematian sebanyak 50% dari rayap uji) menggunakan analisis probit pada program MINITAB 14 dengan tingkat kepercayaan 95%.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis dengan Destilasi Uap-Air

Proses pemisahan minyak kulit dilakukan dengan destilasi uap-air (*steam-water distillation*), hal ini dilakukan karena minyak atsiri umumnya akan terdekomposisi pada suhu tinggi. Penambahan air atau uap air dapat menurunkan titik didih, hingga minyak atsiri menguap pada suhu yang lebih rendah dari pada titik didihnya pada tekanan atmosfer (Kurniawan, 2008). Uap-air menyebabkan kelenjar minyak pecah sehingga minyak atsiri dapat dibawa oleh uap-air selanjutnya didinginkan dalam kondensor hingga diperoleh larutan minyak atsiri. Minyak atsiri yang dihasilkan ini berupa cairan tidak berwarna, jernih dan memiliki bau khas kulit jeruk manis. Terbentuk dua lapisan di dalam penampung hasil berupa lapisan air (bawah) dan lapisan minyak (atas) ini disebabkan karena berat jenis dari air lebih berat yaitu 1 gr/mL dibandingkan dengan minyak atsiri kulit jeruk yang mempunyai berat jenis hanya 0,850-0,892 gr/mL. Sedangkan tidak bercampurnya air dengan minyak atsiri kulit jeruk, disebabkan karena sifat kedua zat tersebut dimana air bersifat polar dan minyak atsiri kulit jeruk bersifat non polar, karena perbedaan kedua sifat zat ini menjadikan pemisahan minyak dengan air dapat dilakukan dengan mudah.

Hasil dari destilasi uap-air kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) 20 kg didapatkan minyak atsiri sebanyak 22 mL dengan berat 18,45 gram. Randemen minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) yang dihasilkan adalah

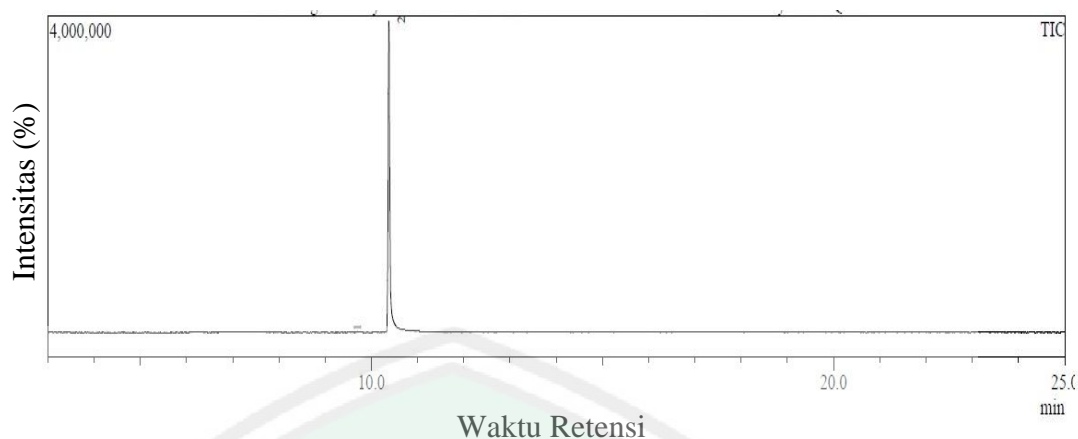
0,092%. Gambar dua lapisan yang terbentuk pada hasil penampungan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Lapisan minyak (atas) dan lapisan air (bawah)

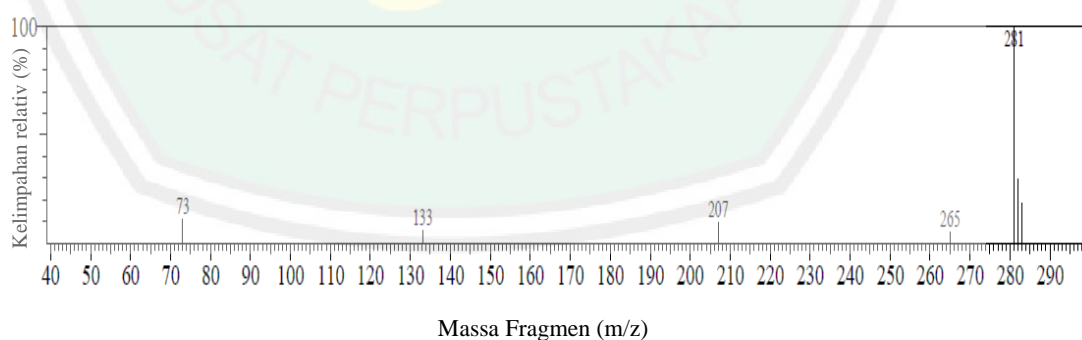
4.2 Identifikasi Kromatografi Gas Spektroskopi Massa (GC-MS)

Hasil analisis dengan GC-MS akan diperoleh dua data yaitu kromatogram yang berasal dari hasil analisis GC dan Spektra massa dari hasil analisis MS. Hasil kromatogram GC minyak atsiri kulit buah jeruk manis (*Citrus sinensis L.*) menunjukkan adanya 2 puncak. Kromatogram GC minyak atsiri kulit buah jeruk manis (*Citrus sinensis L.*) ditunjukkan pada Gambar 4.2:



Gambar 4.2 Kromatogram minyak atsiri kulit jeruk manis Malang (*Citrus sinensis* L.)

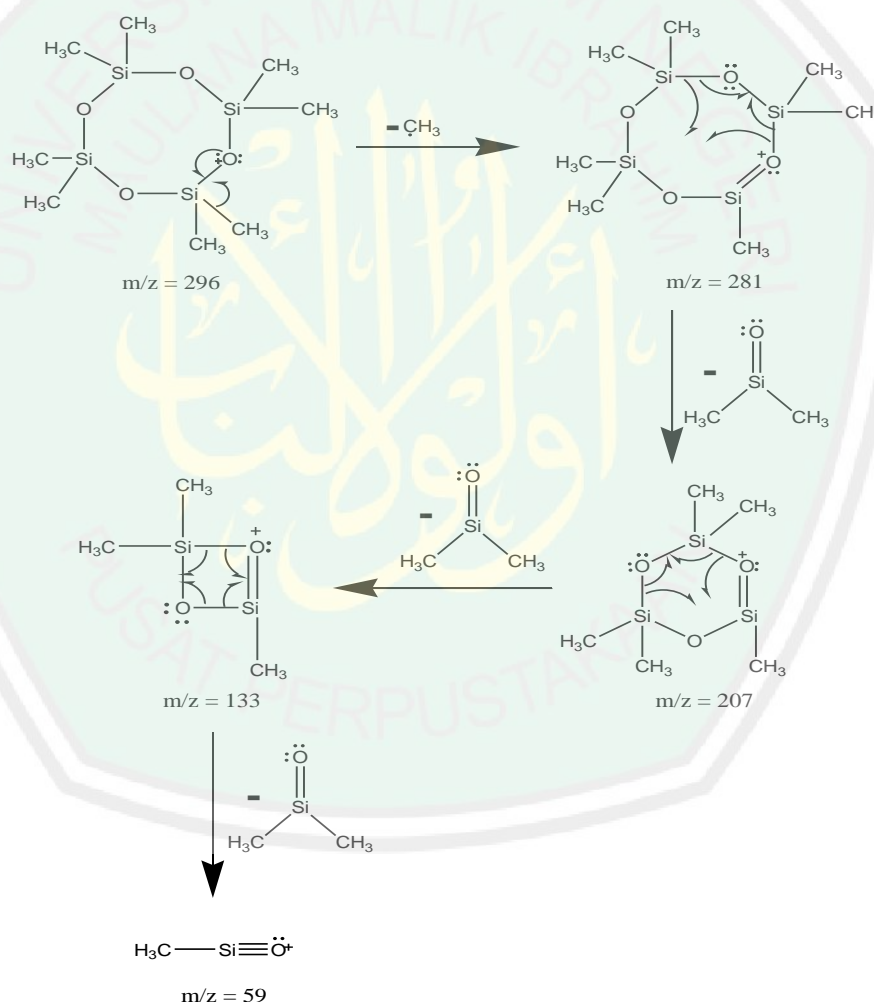
Kromatogram pada Gambar 4.2 menunjukkan adanya dua puncak senyawa. Puncak pertama yaitu senyawa *Cyclotetrasiloxane* pada waktu retensi 9,692 menit dengan luas area sebesar 0,22%. Puncak kedua yaitu senyawa *l-limonene* pada waktu retensi 10,378 menit dengan luas area sebesar 99,78%. Hal ini menunjukkan adanya senyawa mayor penyusun minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.). Senyawa tersebut ialah limonene pada puncak 2.



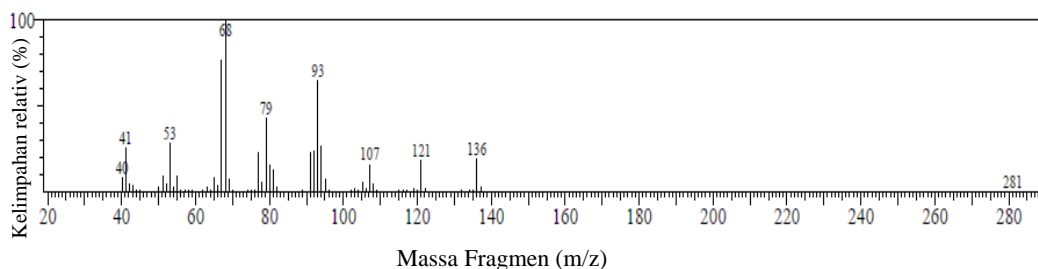
Gambar 4.3 Spektra massa senyawa target pada waktu retensi 9,692 menit

Dari spektra massa pada Gambar 4.3 terlihat ion molekuler (M^+) dengan m/z 296. Dengan perbandingan data sepktrum yang disajikan pada Gambar 4.3

menunjukkan kemungkinan senyawa *Cyclotetrasiloxane* yang mendekati kemiripan senyawa. Senyawa *Cyclotetrasiloxane* merupakan suatu senyawa non-atsiri yang terbawa dalam pengaturan kondisi laju alir kolom GC-MS yang kurang sempurna. Berdasarkan fragmentasi pada Gambar 4.4 ion molekul dengan m/z 296 menunjukkan berat molekul dari senyawa siklotetrasiloksan. Ion molekul dengan m/z 296 terfragmentasi menghasilkan ion molekul m/z 281, m/z 207, m/z 133 dan m/z 59. Adapun mekanisme fragmentasi siklotetrasiloksan dapat dilihat pada Gambar 4.4



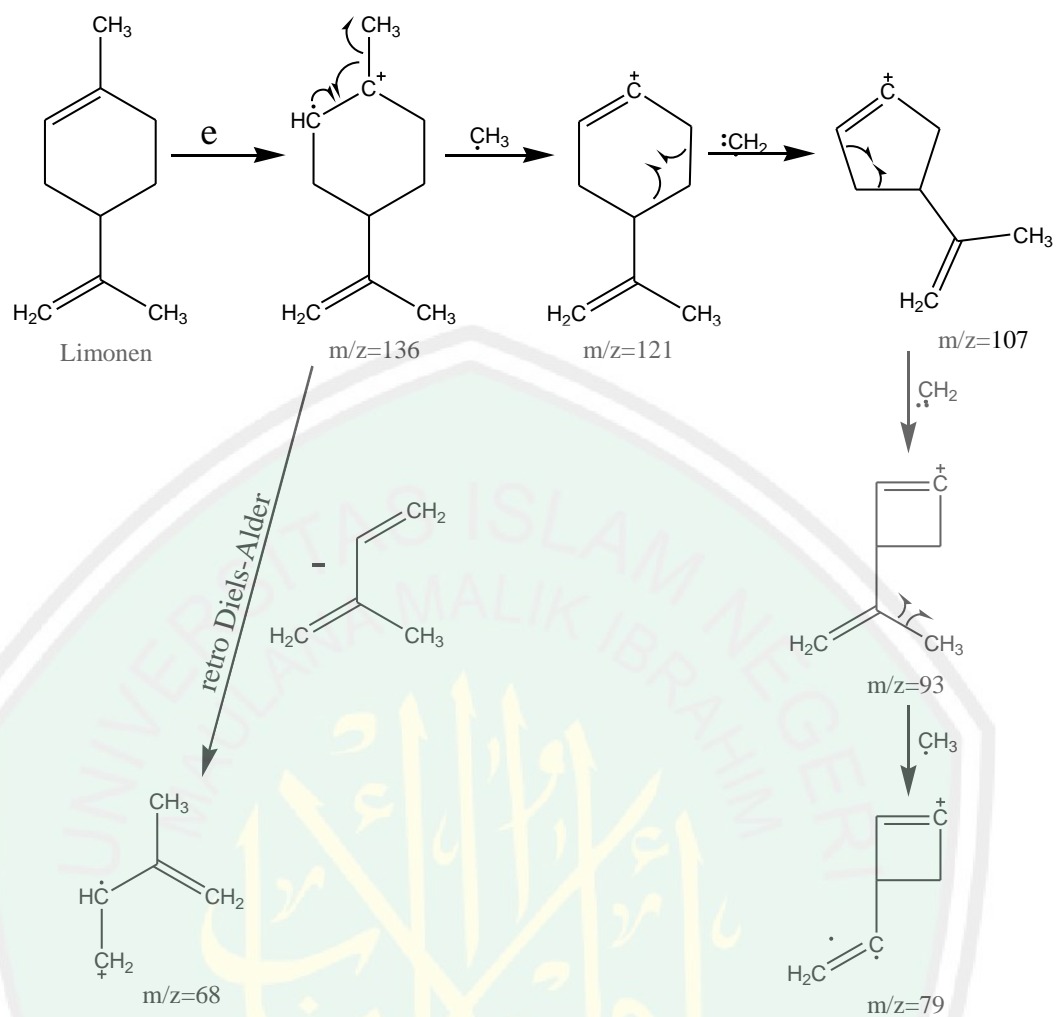
Gambar 4.4 Fragmentasi senyawa siklotetrasiloksan



Gambar 4.5 Spektra massa senyawa puncak 2 dengan waktu retensi 10,375 menit

Kemudian pada spektra massa pada Gambar 4.5 terlihat ion molekuler (M^+) dengan $m/z = 136$, dan puncak dasar pada $m/z = 68$ menunjukkan puncak khas dari limonen yakni terjadinya pemecahan sejenis reaksi homolitik *retro Diels-Alder*. Berdasarkan fragmentasi pada Gambar 4.6 ion molekul dengan m/z 136 menunjukkan berat molekul dari senyawa limonen. Ion molekul dengan m/z 136 terfragmentasi menghasilkan ion molekul m/z 121, m/z 107, m/z 93, dan m/z 79. Ion molekul dengan m/z 68 merupakan base peak yang dihasilkan secara *retro Diels-Alder* dari ion molekul m/z 136.

Komponen utama penyusun minyak atsiri kulit buah jeruk manis dapat dilihat pada Tabel 4.1. Beberapa senyawa yang termasuk dalam golongan hidrokarbon monoterpen yaitu limonen. Limonen merupakan senyawa terbanyak yang terkandung dalam minyak atsiri jeruk manis yang ditunjukkan pada puncak no 2 dengan waktu retensi 10,378 menit, dengan luas area 99,78% dan memiliki berat molekul 136. Spektra massa senyawa target memiliki kemiripan 98% dengan pola fragmentasi massa limonen. Adapun mekanisme fragmentasi limonen menurut Irawan (2010) dapat dilihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.6 Fragmentasi ion molekul limonene (Irawan, 2010)

Tabel 4.1 Komponen Utama Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.)

No Puncak	Waktu Retensi (menit)	Luas Area (%)	Nama Senyawa
1	9,692	0.22	Cyclotetrasiloxane
2	10,378	99,78	<i>l</i> -Limonene

4.3 Uji Bioaktivitas Minyak Atsiri Terhadap Rayap Tanah (*Coptotermes* sp.)

Rayap diuji menggunakan kertas uji yang mengandung minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% (v/v), kontrol positif yang digunakan adalah pestisida yang bermerk Termikon dan sebagai kontrol negatif adalah pelarut dietil eter.

Berdasarkan hasil pengamatan (Tabel 4.2) pada konsentrasi 10% menunjukkan mortalitas yang paling tinggi dengan rata-rata sebesar 100% sedangkan pada konsentrasi 2% menunjukkan mortalitas yang paling rendah yaitu 24%. Pengamatan pada konsentrasi 2% pada hari ke-1 menunjukkan keadaan rayap masih aktif sedangkan pada konsentrasi 10% pada hari ke-1 dalam waktu kurang lebih 30 menit sesaat setelah peletakan rayap pada gelas uji secara langsung terlihat keadaan rayap 100% mati, kemungkinan daya racun yang terdapat pada minyak atsiri sudah bereaksi. Karena semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri, bau minyak atsiri semakin menyengat. Berbeda dengan konsentrasi 8% dimana kematian rayap 100% pada hari ke-3 yaitu sebesar 98%. Hal ini disebabkan karena serangga menunjukkan sifat menolak makanan, diakibatkan oleh tingginya konsentrasi minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis L.*), sehingga membuat aroma kertas semakin menyengat. Sedangkan untuk konsentrasi 4% menunjukkan mortalitas sebesar 73% dan konsentrasi 6% menunjukkan mortalitas sebesar 89%.

Selain mortalitas rayap, kehilangan berat kertas uji merupakan indikator lain untuk melihat daya racun terhadap penilaian laju konsumsi terhadap kertas uji oleh rayap. Semakin kecil persentase kehilangan berat kertas uji menunjukkan bahwa toksisitas suatu minyak atsiri akan semakin tinggi pula. Laju konsumsi rayap dilakukan selama 7 hari pada kertas uji yang telah diberikan minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis L.*) dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%.

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada konsentrasi 0% kehilangan berat kertas uji paling besar yaitu 0,83% yang ditandai dengan kerusakan pada kertas

uji. Namun pada konsentrasi 10% menunjukkan tidak ada kerusakan kertas uji karena sifat rayap yang memilih menolak memakan kertas uji membuat penurunan berat semakin kecil sebesar 0% yang disebabkan karena kandungan senyawa bioaktif yang terdapat didalam kertas uji yang direndam dalam minyak atsiri dengan berbagai variasi konsentrasi yang merupakan zat yang tidak disukai oleh rayap sehingga rayap tidak memakan kertas tersebut dan akan menyebabkan rayap kelaparan kemudian akhirnya rayap tersebut mati.

Tabel 4.2 Hubungan mortalitas dengan pengurangan berat kertas umpan

Perlakuan	Mortalitas (%)	Pengurangan Berat (%)
Kontrol negatif (Dietil Eter)	0	0.008
Minyak atsiri 2%	24	0.007
Minyak atsiri 4%	73	0.005
Minyak atsiri 6%	89	0.002
Minyak atsiri 8%	98	0.001
Minyak atsiri 10%	100	0
Kontrol positif (Termikon 4%)	100	0

Rayap yang mati setiap harinya bangkai rayap akan diambil karena apabila tidak diambil dapat menyebabkan kematian rayap lainnya dikarenakan rayap yang mati akan berjamur dan apabila dimakan oleh rayap yang hidup akan menyebabkan rayap lainnya juga ikut mati. Selain itu jamur juga menghasilkan zat beracun yang dapat membunuh serangga. Beberapa zat beracun yang dihasilkan jamur yaitu, *Aflatoxins* oleh *Aspergillus*, *Restrictocin* dan *A. Fumigatus* (Lestari, 2014).

Ada beberapa kemungkinan mekanisme kematian rayap yang diakibatkan oleh senyawa bioaktif. Senyawa bioaktif yang berasal dari minyak atsiri kulit

jeruk manis (*Citrus sinensis L.*) yang tidak disukai oleh rayap dikarenakan aromanya yang menyengat sehingga kertas uji yang diberi minyak atsiri untuk makanannya tidak dimakan oleh rayap sehingga menyebabkan rayap tersebut kelaparan dan akhirnya mati.

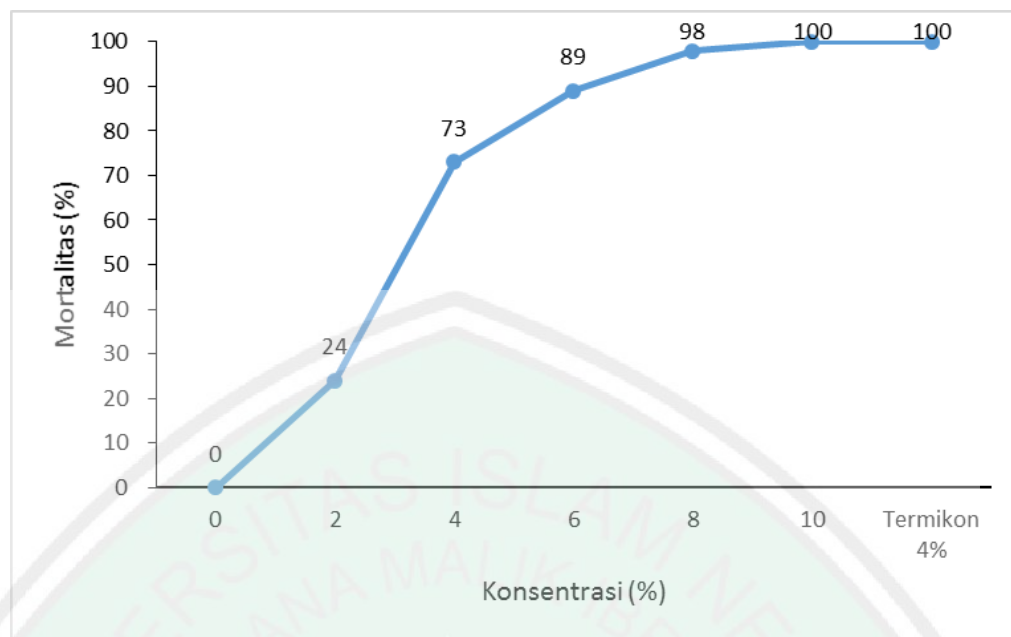
Kematian rayap tersebut menunjukkan bahwa kandungan minyak atsiri mempunyai potensi yang tinggi sebagai antirayap alami. Hal ini didukung oleh penelitian Yanti (2008) yang menyatakan bahwa senyawa bioaktif (senyawa dari kelompok terpenoid, alkaloid, dan tannin) dapat mematikan protozoa dikarenakan simbiosis rayap dapat mengganggu terhadap aktivitas enzim sehingga rayap tidak secara langsung mencerna bahan selulosa termasuk kertas uji. Hal ini dapat menyebabkan rayap tidak memperoleh makanan dan energi yang dibutuhkan sehingga rayap tersebut mati.

Pada penelitian ini termikon merupakan pestisida kimia yang digunakan sebagai kontrol positif. Penggunaan termikon dibandingkan dengan minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis L.*) menunjukkan bahwa penggunaan termikon lebih cepat menunjukkan angka kematian terhadap rayap uji. Hal ini didukung dengan penelitian Sulastiningsih, (2004) yang menunjukkan bahwa daya bunuh fipronil sebagai pestisida memberikan pengaruh yang sangat cepat terhadap mortalitas rayap tanah (*Coptotermes sp.*) dengan jumlah 100%. Penggunaan pestisida kimia dengan merk termikon lebih efektif karena mempengaruhi susunan saraf serangga dan berdaya racun kontak untuk membunuh rayap lebih tinggi (toksik). Menurut Wibaldus, dkk (2016), Sari, dkk (2016), dan Areniuz (2014) fipronil (pestisida berbahan kimia *alphamitrin*) lebih efektif mempengaruhi susunan saraf serangga dan berdaya racun kontak dibandingkan

dengan bahan bioinsektisida. Insektisida termikon mengandung *alphamittrin* yang berfungsi sebagai bahan aktif pengawet kayu untuk menghindari serangan rayap (Sulastiningsih dan Jasni, 2004). Penggunaan termikon 4% sebanding dengan penggunaan minyak atsiri dengan konsentrasi 10%. Dalam penelitian Jasni, (2004) menyatakan bahwa penggunaan insektisida termikon dengan kadar konsentrasi 4% mencapai mortalitas rayap 100%.

Metode *antifeedant bioassay* merupakan metode yang paling efektif yang digunakan dalam melakukan uji aktivitas antirayap. Wibaldus, dkk (2016); Sari, dkk (2016); Lestari dan Arreniuz, (2014); Noverita, dkk (2014) dan Nabu, dkk (2015) menggunakan metode *antifeedant bioassay* dalam uji aktivitas antirayap yang dilakukan dan didapatkan mortalitas yang signifikan. Pada penelitian Sari, dkk (2016) menggunakan kulit buah jeruk bali dengan metode *antifeedant* didapatkan mortalitas sebesar 97,33% pada konsentrasi 8%. Wibaldus, dkk (2016) menggunakan kulit buah jeruk nipis dengan metode yang sama didapatkan mortalitas sebesar 96,67% pada konsentrasi 25%. Noverita, dkk (2014) menggunakan kulit buah jeruk purut dengan metode yang sama didapatkan mortalitas sebesar 100% pada konsentrasi 20% dan 25% selama kurang dari 5 hari.

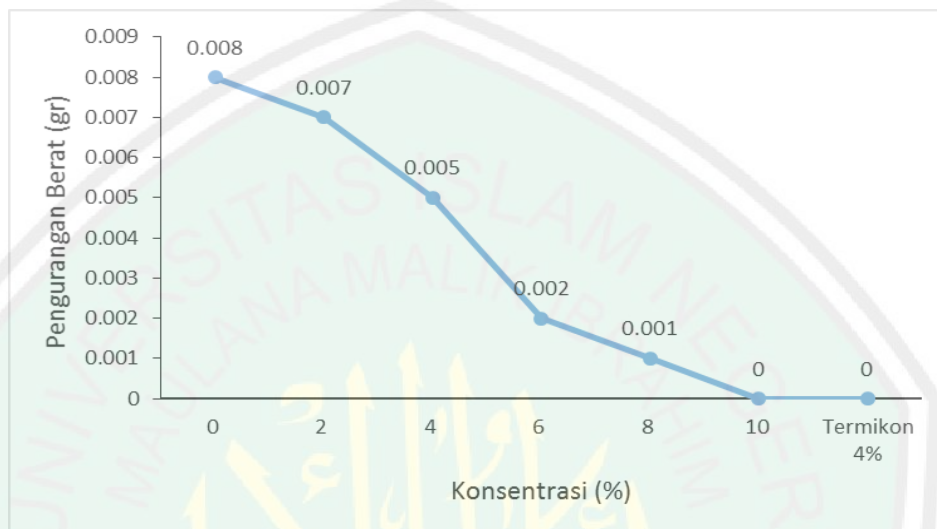
Hubungan mortalitas rayap *Coptotermes* sp. terhadap konsentrasi minyak atsiri kulit jeruk manis dapat dilihat pada Gambar 4.6. Berdasarkan analisis pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri yang diberikan kepada rayap, maka semakin banyak rayap yang mati dan semakin kecil konsentrasi minyak yang diberikan kepada rayap maka semakin sedikit jumlah rayap yang mati.



Gambar 4.7 Grafik Hubungan Konsentrasi Minyak Atsiri dan Mortalitas Rayap Tanah (*Coptotermes* sp.)

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan semakin besar konsentrasi minyak atsiri yang diberikan pada kertas uji, maka mortalitas rayap semakin meningkat, berbanding terbalik dengan terhadap pengurangan kertas uji yang semakin berkurang. Wibaldus, dkk (2016), menyatakan bahwa semakin tinggi mortalitas rayap maka kehilangan umpan semakin rendah dan sebaliknya semakin rendah tingkat mortalitas rayap maka kehilangan umpan semakin tinggi. Menurut penelitian Yanti (2008) menyatakan bahwa yang menyebabkan mortalitas pada rayap yaitu senyawa golongan terpenoid. Hal ini menguatkan bahwa senyawa-senyawa yang menyebabkan mortalitas rayap dari minyak atsiri jeruk nipis adalah limonen, β -pinen, β -phellandrene, citral dan neral. Selain itu, senyawa sesquiterpen dapat merusak sistem syaraf pada rayap (Hadi, 2008). Menurut Hadi

(2008), senyawa sesquiterpen diketahui dapat menghambat bekerjanya enzim asetilkolinesterase sehingga menyebabkan mortalitas pada rayap, dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Grafik Hubungan Konsentrasi Minyak Atsiri dan Pengurangan Berat Kertas Umpan

Hasil pengamatan mortalitas rayap dapat dilihat dari konsentrasi yang menunjukkan 50% rayap yang mati (LC_{50}). Nilai *Lethal Concentration* (LC_{50}) merupakan konsentrasi yang menyebabkan kematian sebanyak 50% dari rayap uji. Pengamatan terhadap kematian rayap dilakukan dengan menghitung jumlah rayap yang diuji sebanyak 45 ekor rayap dengan variasi konsentrasi. Berdasarkan analisis probit Minitab 14 menunjukkan hasil LC_{50} sebesar 3,371% dapat menyebabkan mortalitas hingga 50% terhadap rayap uji.

Senyawa yang terkandung pada minyak atsiri kulit jeruk manis kemungkinan akan menjadi racun bagi bakteri yang terdapat pada pencernaan (usus) rayap. Menurut Mulyani (2009) minyak atsiri kulit jeruk limau (*Citrus*

amblycarpa) memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan KHM 0,312 dan *Escherichia coli* dengan KHM 2.500 . Apabila bakteri pada usus rayap mati maka proses pencernaan makanan pada rayap akan terganggu dan menyebabkan rayap tidak bisa mencerna kertas umpan sehingga rayap akan mati karena tidak bisa memperoleh sumber energi.

4.4 Analisa Hasil Penelitian dalam Perspektif Islam

Tanaman merupakan salah satu nikmat Allah SWT kepada manusia dan salah satu tanda kebesaran dan keagungan Allah SWT. Tidak sedikit ayat al-Qur'an yang mengajak manusia untuk berfikir dan menyelidiki tumbuh-tumbuhan agar mendapat manfaat yang lebih banyak. Firman Allah SWT dalam surat Ash-Shu'ara' ayat 7:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ۝٧

Artinya : “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik” (Q.S Ash-Shu'ara' 26: 7).

Makna dari kata زوج كريم yang berarti tumbuhan-tumbuhan yang baik. Ayat tersebut mengisyaratkan bahwa berbagai macam tanaman yang tumbuh menjadi tanaman yang baik. Tanaman yang baik yaitu tanaman yang memiliki nilai manfaat yang sangat besar seperti dalam firman Allah SWT surat An-Nahl ayat 11:

يُنْبِتُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَبَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ

يَتَفَكَّرُونَ ۝ ۱۱

Artinya: “Dia menumbuhkan bagi kamu dengan air hujan itu tanam-tanaman; zaitun, kurma, anggur dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memikirkan” (Q.S. An-Nahl: 11).

Makna dari kata يَتَفَكَّرُونَ pada ayat di atas tersirat tanda kekuasaan Allah bagi orang-orang yang mau memikirkan tentang segala apa yang Allah SWT berikan kepada kita. Tumbuhan adalah salah satu jenis nikmat Allah SWT yang wajib kita manfaatkan demi kemaslahatan manusia sendiri. Pemanfaatan tumbuhan ini sangat beragam yaitu dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan herbal yang sekarang banyak digemari untuk diteliti dan dikaji lebih mendalam. Manfaat lain dari tumbuhan adalah sebagai bahan insektisida nabati yang mudah dan murah serta ramah lingkungan. Pemanfaatan tanaman sebagai insektisida nabati merupakan salah satu wujud bahwa kita mampu mengambil pelajaran dan memikirkan tentang kekuasaan Allah. Mulai dari akar, batang, daun, dan buahnya bisa dimanfaatkan secara maksimal (Shihab, 2002).

Salah satu contoh tanaman yang baik adalah tanaman buah jeruk. Mulai dari buah dan kulitnya dapat dimanfaatkan sebagai obat dan bahan insektisida nabati. Banyak penelitian yang menyebutkan pemanfaatan kulit jeruk sebagai insektisida nabati terhadap berbagai jenis hewan uji. Hasil penelitian inipun telah membuktikan bahwa kulit buah jeruk dapat bermanfaat sebagai insektisida nabati, dan juga membuktikan bahwa kita sebagai makhluk yang berakal mampu

mengambil pelajaran atau berfikir tentang tanda kekuasaan Allah SWT.

Hasil penelitian ini menyatakan bahwa terdapat kandungan senyawa limonen dalam kulit buah jeruk dari hasil ekstraksi dengan metode destilasi uap-air yang merupakan senyawa aktif yang mempunyai potensi sebagai insektisida nabati (insektisida ramah lingkungan). Dari hasil identifikasi dengan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (GC-MS) bahwa kandungan senyawa limonen dalam 22 mL minyak atsiri kulit jeruk adalah 0,092%. Ayat lain yang menyatakan manusia harus mengambil pelajaran dari apapun yang telah Allah SWT berikan adalah:

وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ ۖ حَتَّىٰ إِذَا أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ ۖ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ ۚ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ ٥٧

Artinya : “Dan Dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa berita gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); hingga apabila angin itu telah membawa awan mendung, Kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu Kami turunkan hujan di daerah itu, maka Kami keluarkan dengan sebab hujan itu pelbagai macam buah-buahan. Seperti itulah Kami membangkitkan orang-orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran” (Q.S Al-A’raf 7: 57).

Kata *لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ* yang berarti mudah-mudahan kalian mengambil pelajaran.

Pada ayat diatas menjelaskan bahwa kita sebagai manusia ditekankan untuk selalu mengambil pelajaran dari apa yang telah diberikan kepada kita (hamba-Nya).

Pada kata *من كل الثمرات* yang berarti berbagai macam buah-buahan. Dalam kata tersebut dijelaskan contohnya adalah berbagai macam tumbuhan, buah-buahan termasuk jeruk dan sayuran karena sesungguhnya didalamnya terdapat banyak manfaat (Al-Maraghi, 1993).

Pelajaran yang didapatkan dari penelitian ini adalah kita dapat mengetahui bahwa dalam kulit buah jeruk terdapat kandungan senyawa aktif yang berupa senyawa limonen yang mempunyai potensi sebagai insektisida nabati karena dari hasil uji aktivitas antirayap menggunakan rayap tanah (*Coptotermes* sp.) senyawa ini mampu memberikan efek toksisitas yang signifikan, selain itu dalam beberapa penelitian senyawa ini juga mempunyai aktifitas sebagai anti bakteri, sebagai obat nyamuk alami dan lain sebagainya.

Sebagaimana telah kita ketahui bahwa Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu dimuka bumi ini dengan penuh hikmah. Oleh karena itu kita sebagai makhluk yang diberi akal tidaklah melupakan segala nikmat yang Allah SWT berikan kepada kita dengan cara memikirkan tentang keagungan dan kebesaran Allah SWT.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisis dengan menggunakan GC-MS, minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) diketahui mengandung 2 senyawa kimia yaitu *dl-limonene* (99,78%), dan *cyclotetrasiloxane* (0,2%).
2. Minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) memiliki bioaktivitas terhadap rayap *Coptotermes* sp. Konsentrasi minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) yang efektif sebagai biotermitisida adalah 8% dengan mortalitas sebesar 98% dalam waktu kurang dari 7 hari.

5.2 Saran

Untuk melengkapi dan menyempurnakan penelitian ini, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan sebagai berikut:

1. Uji toksisitas terhadap serangga lain yang memakan kayu atau kertas seperti hama thrips.
2. Uji aktivitas antirayap dengan menggunakan variasi lama waktu uji.
3. Uji aktivitas antirayap dengan menggunakan sampel jeruk yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1994. *Budidaya tanaman jeruk*. Yogyakarta: Kanisius.
- Agusta, A. 2000. *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropik Indonesia*. ITB: Bandung.
- Albrigo, L. G dan Carter, R. D. 1977. *Structure of Citrus Fruits in Reaction to Processing*. di dalam Nagy, S, Shaw, P. E dan Veldhuis, M. K (eds.). Citrus Science and Technology Volume 1. The AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut.
- Armando, Rochim. 2009. *Memproduksi 15 Minyak Atsiri Berkualitas*. Penebar Swadaya: Jakarta
- Astarini, N. P. F., Burhan R.Y. P., Zetra, Y. 2010. *Minyak Atsiri Dari Kulit Buah Citrus grandis, Citrus aurantium (L.) dan Citrus aurantifolia (Rutaceae) Sebagai Senyawa Antibakteri dan Insektisida*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Kimia. Institut Teknologi 10 Nopember, Surabaya.
- BPS. 2016. *Dau dalam Angka*. (<http://bps.go.id/Daudalamangka>) diakses pada tanggal 06 februari 2017.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2009. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Jakarta. Departemen Pertanian, Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Dubey, N. K., B. Srivastava, and A. Kumar. 2008. *Current Status Of Plant Products As Botanical Pesticides In Storage Pest Management*. Journal of Biopesticides 01 (02): 182-186
- Feryanto. 2007. *Garut: The Land of Vetiver*. <http://ferry-atsiri.blogspot.com/2007/12/garut-land-of-vetiver.html>. diakses pada tanggal 06 Februari 2017.
- Friatna. E.R. 2011. *Uji Aktivitas Antioksidan Pada Kulit Jeruk Manis (Citrus Sinensis) Sebagai Alternatif Bahan Pembuatan Masker Wajah*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Guenther, E. 1987. *Minyak atsiri I*. Universitas Indonesia Press: Jakarta.
- Guenther, E. 1947. *Minyak Atsiri*. Diterjemahkan oleh Ketaren, S. 1988. UI Press. Jakarta.
- Hadi, M. 2008. *Pembuatan Kertas Anti Rayap Ramah Lingkungan dengan Memanfaatkan Ekstrak Daun Kirinyuh (Eupatorium odoratum)*. Laboratorium Ekologi dan Biosistematik, Jurusan Biologi FMIPA Undip, Vol. 6(2), Hal. 12-18.

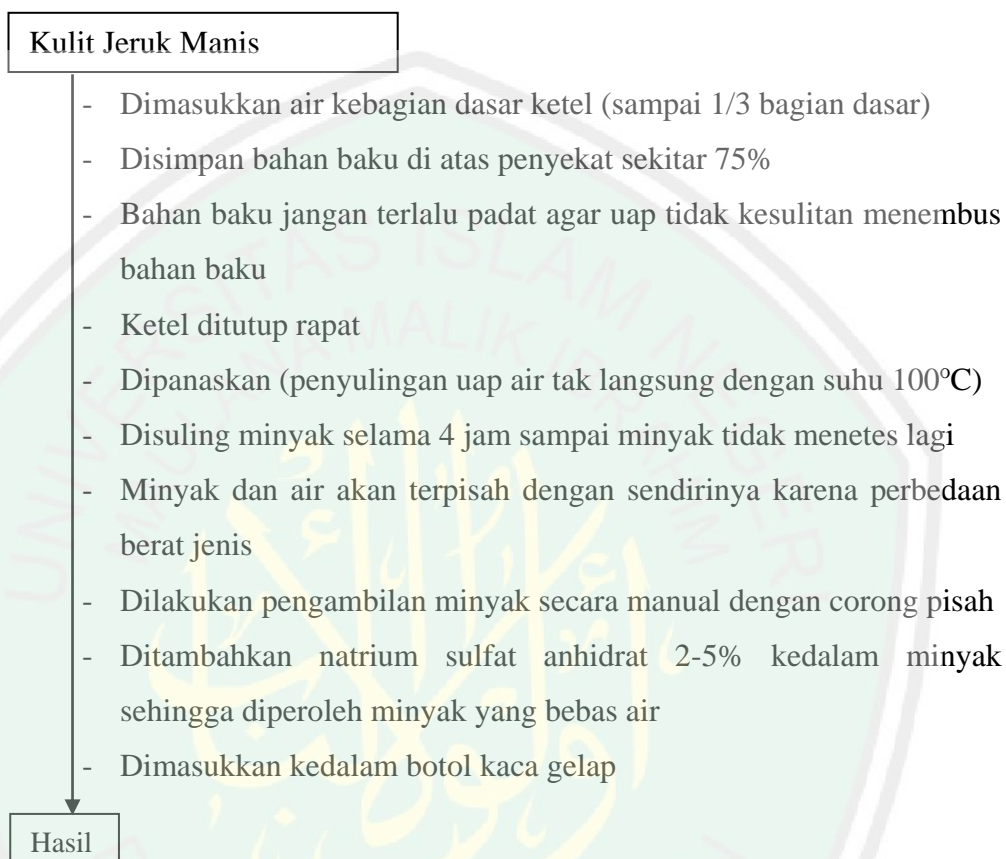
- Hidayati. 2012. *Distilasi Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk Pontianak dan Pemanfaatannya dalam Pembuatan Sabun Aroma Terapi*. Jurnal Biopropal Industri Vol. 3 No. 2. 2012:39-49.
- Indrayani, Y., Oramahi, H.A., Nurhaida. 2012. *Evaluasi Asap Cair Sebagai Bio-termitisida Untuk Pengendalian Rayap Tanah Coptotermes sp.*, J. Tengkawang, Vol.1(2): 87–96.
- Irawan, C. 2010. *Studi Komponen Bioaktif Daun Sirih Merah (Piper cf. arcuatum Blume)*. Universitas Indonesia, Fakultas MIPA, Depok, (Skripsi).
- Isman, M. B. 2000. *Plant Essential Oils for Pest and Disease Management*. J. Crop Protection. 19: 603-608.
- Ketaren, S. 1985. *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Balai Pustaka: Jakarta.
- Ketaren, S. 1987. *Minyak dan Lemak Pangan*. (edisi ke-1). Jakarta : UI.
- Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Koul, O., S. Walia, and G. S. Dhaliwal. 2008. *Essential oils as green pesticides: Potential and constrains*. J. Biopestic. Int. 4(1): 63-84.
- Kurniawan, A., Chandra K. dan Nani I. 2008. *Ekstraksi minyak kulit jeruk dengan metode destilasi, pengepresan dan leaching*. Jurnal Widya Teknik Vol.7, No. 1, Tahun 2008. hal. 15-24.
- Lajnah Pentashihan Mushaf al-Qur'an. 2000. *Tafsir Ringkas al-Qur'an Al-Karim*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf al-Qur'an.
- Lestari, A. dan Arreneuz, S., 2014, *Uji Bioaktivitas Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Pontianak (Citrus nobilis Lour.) Terhadap Rayap Tanah (Coptotermes curvignathus sp.)*, JKK, 3 (2): 38-43.
- Lota, M.L., Serra, D.R., Tomi, F., and Casanova, J., 2001, *Chemical variability of peel and leaf essential oils of 15 species of mandarins.*, *Biochem Sys and Ecol.*, January 29,77-104
- Luthony, T., dan Rahmawati, Y., 1994, *Produksi Dan Perdagangan Minyak Atsiri*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Ma'mun S, Suhirman, Manoi, dan Sembiring. 2006. *Teknik Pembuatan Simplisia dan Ekstrak Purwoceng*. Laporan Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik. Hal. 314- 324. Maradjo, 1985.

- Makfoeld, D.; Marseno, D.W.; Astuti, P.; Anggrahini, S.; Raharjo, S.; Sastrosuwignyo, S.; Suhardi Martoharsono, S.; Hadiwiyoto, S. dan Tranggono. 2002. *Kamus Istilah Pangan dan Nustrisi*. Kanisius: Yogyakarta.
- Maraghi, A.M. 1993. *Terjemah Tafsir Al-Maraghi*, Penerjemah: Abu bakar, B., Aly, H.N., dan Sitanggal, A.U., Toha Putra, Semarang, hal 105-106.
- Mayor, L. 2004. *Modelling Shrinkage During Convective Drying of Food Material*. Journal of Food Engineering Vol.61 Hal.373-386.
- Megawati, 2015. *Microwave Assisted Hydrodistillation untuk Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Bali Sebagai Lilin Aromaterapi*. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang: Indonesia.
- Mizu, I .2008. *Minyak atsiri jeruk. Peluang Meningkatkan nilai ekonomi kulit jeruk*. Warta penelitian dan pengembangan pertanian 30 (6).
- Mondello, L., A. Casilli., P.Q. Tranchida., P. Dugo and G. Dugo. 2005. *Comprehensive two dimensional GC for the analysis of citrus essential oils*. Flavour and fragrance journal, 20: 136-140.
- Muhtadin. A.F. 2013. *Pengambilan Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk Segar dan Kering dengan Metode Steam Distillation*. Jurnal Teknik OMIT2: F-98.
- Mulyani, et al. 2009. *Antibacterial activity and GC-MS analysis of the Citrus amblycarpa (Hassk) Ochse essential oil*. Fakultas Farmasi: UGM.
- Nabu, Diba, F.; Dirhamsyah, M. 2015. *Aktivitas Anti Rayap Minyak Atsiri dari Kulit Jeruk Citrus nobilis var.microcarpa Terhadap Rayap Tanah Coptotermes curvignathus Holmgren*. J. Hutan Lestari. 3(1): 133-141.
- Nandika, D., Rismayadi, Y., dan Diba. F. 2003. *Rayap Biologi dan Pengendaliannya*. Muhammadiyah University Press: Surakarta.
- Noverita, Jayuska A, Alimuddin AH. 2014. *Uji Aktivitas Antirayap Minyak Atsiri Kulit Jeruk Purut (Cytrus Hystric D.C) Terhadap Rayap Tanah (Coptotermes Sp)*. Jurnal Kimia Khatulistiwa. Universitas Tanjungpura: Pontianak. Vol. 3. No. 2.
- Novitasari, Jayuska, A. dan Wibowo, M.A. 2014. *Bioaktivitas Anti Rayap Minyak Atsiri Dari Daun Jeruk Sambal (Citrus microcarpa Bunge) Terhadap Rayap Tanah Macrotermes sp*. JKK. 3(1): 57-62.
- Ohmura, W.; Doi, S.; Aoyama, M.dan Ohara, S. 2000. *Antifeedant Activity of Flavonoids and Related Compounds against The Subterranean Termite Coptotermes formosanus Shiraki*. J. Wood Sci. 46: 149-153.

- Pavia, D.L., Lampman, G.M., and Kris, G.S. 2001. *Introduction to Spectroscopy*. Thomson Learning Inc., USA.
- Pracaya. 1999. *Jeruk Manis*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Prasetyo, K.W. dan Yusuf, S. 2005. *Mencegah dan Membasmi Rayap Secara Ramah Lingkungan & Kimiawi*. Agromedia Pustaka: Bogor.
- Prijono, D. 1998. *Insecticidal Activity of Meliaceous Seed Extracts Againsts *Crocidolomia binotalis* Zeller*. Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan.10 (1): 1-7.
- Raina, A.; Bland, J.; Doolittle, M.; Lax, L.; Boopathy, R.A.J. dan Folkins, M. 2007. *Effect of Orange Oil Extract on the Formosan Subterranean Termite (Isoptera: Rhinotermitidae)*. J. Econ. Entomol, 100(3): 880-885.
- Samson, J.A. 1986. *Tropical Fruit*. Longman. New York.
- Sari, Viana; Jayuska, A; dan Harlia. 2016. *Aktivitas Antirayap Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Bali (citrus maxima (burm.) Merr.) Terhadap Rayap *Coptotermes* sp.* Vol 5(1), halaman 8-16. Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura.
- Sastrohamidjojo, H. 2004. *Kimia Minyak Atsiri*. Penerbit Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Shihab, Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, Q. 2002. *Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an Vol.7,8 dan 10*. Jakarta: Penerbit Lentera Hati.
- Siburian R. 2008. *Isolasi dan identifikasi komponen utama minyak atsiri dari kulit buah jeruk manis (Citrus sinensis L.) asal timor, nusa tenggara timur*. Jurnal Natur Indonesia 11(1), Oktober 2008: 8-13 ISSN 1410-9379, Keputusan Akreditasi No 55/DIKTI/Kep./2005.
- Subekti, N. 2010. *Karakteristik Populasi Rayap Tanah *Coptotermes* spp (Blattodea: Rhinotermitidae) dan Dampak Serangannya*. Biosaintifika. 2(2): 110-114.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1989. *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Switaning E., Fajari N, dan Dwi A M. 2010. *Ekstraksi Minyak Atsiri dari Limbah Kulit Jeruk Manis di Desa Gadingkulo Kecamatan Dau Kabupaten Malang Sebagai Campuran Minyak Goreng untuk Penambahan Aroma Jeruk*. Universitas Negeri Malang. Malang.

- Tarumingkeng, R.C. 2001. *Biologi dan Perilaku Rayap*. Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan no 133. Bogor.
- Tarumingkeng, R. C. 1992. *Insektisida, Sifat, Mekanisme Kerja dan Dampak Penggunaanya*. Ukrida, Jakarta
- Tarwiyah, K. 2001. *Minyak Kulit Jeruk, Teknologi Tepat Guna Agroindustri Kecil Sumatera Barat*. Hasbullah. Dewan Ilmu Pengetahuan. Teknologi dan Industri Sumatera Barat.
- Wibaldus, Jayuska A dan Puji Ardiningsih. 2016. *Bioaktivitas minyak atsiri kulit buah jeruk nipis (citrus aurantifolia) terhadap rayap tanah (coptotermes sp.)*. Vol 5(1), halaman 44-51. Fakultas MIPA: Universitas Tanjungpura.
- Yanti, H. 2008, *Sifat Anti Rayap Zat Ekstraktif Kulit Kayu (Acacia auriculiformis) A.Cunn.ex Benth*. Tesis. Program Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan. IPB. Bogor.



*Lampiran I***Diagram Alir****1. Destilasi Uap-Air**

2. Identifikasi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L) Menggunakan GC-MS

Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis

- Di injeksikan sebanyak 1 μ L ekstrak minyak atsiri kulit jeruk manis (*Citrus sinensis* L.) dengan menggunakan *syringe* kedalam tempat GC-MS dengan kondisi operasional sebagai berikut:
 - Gas pembawa : Helium
 - Injektor : Mode split
 - Suhu injektor : 310 °C
 - Jenis kolom : DB-1 (100% dimetil polisiloksan, penyangga *fused silica*)
 - Panjang kolom : 30 meter
 - Diameter kolom : 0,25 mm
 - Suhu kolom : 40-310 °C dengan kenaikan suhu 10 °C/ menit
 - Kecepatan aliran gas : 0,66 mL/menit (konstan)

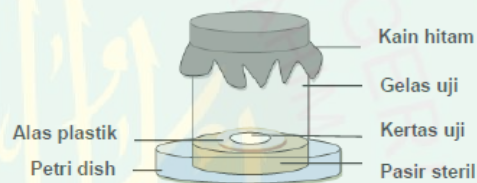
Hasil

3. Uji Aktivitas Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L)

3.1 Persiapan Gelas Uji

Persiapan Gelas Uji

- Gelas uji terbuat dari bahan plastik berbentuk silinder (tinggi 11,5 cm, diameter atas 9 cm, diameter bawah 9 cm)
- Dialaskan kapas basah di bagian bawah guna untuk menjaga kelembaban dan menghindari predator yang mengganggu
- Dimasukkan kedalam gelas uji sebanyak 50-100 gram pasir
- Diberi akuades 5 ml untuk memberi kelembaban serta ditutup dengan alumunium foil yang sudah diberi lubang kecil-kecil seperti Gambar 1
- Dimasukkan Kertas Uji



Gambar 1. Gelas Uji Antirayap

Hasil

4.2 Pembuatan Kertas Uji

Kertas Saring Whatman

- Digunting membentuk lingkaran dengan diameter 5 cm
- Dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam
- Disimpan dalam desikator selama 24 jam
- Ditimbang berat kertas umpan
- Direndam kertas umpan dalam minyak atsiri dengan variasi konsentrasi berturut-turut 0% (kontrol negatif), 2%, 4%, 6%, 8%, 10% dan Termikon (alfametrin) sebagai kontrol positif
- Dikering-anginkan kertas umpan

Hasil

4.3 Uji Aktivitas Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L)

Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis

- Diletakkan kertas umpan diatas alas plastik
- Dimasukkan ke dalam gelas uji seperti Gambar 1 yang telah diisi dengan rayap
- Masing-masing gelas uji terdapat 45 ekor rayap
- Ditutup gelas uji menggunakan alumunium foil yang telah diberi lubang kecil-kecil
- Dimasukkan kedalam bak/ wadah plastik dan disimpan dalam ruangan gelap selama 7 hari
- Dihitung jumlah rayap yang mati setiap hari
- Setelah 1 minggu, kertas umpan di angkat
- Dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam
- Disimpan dalam desikator selama 1 hari
- Ditimbang untuk mengetahui berat akhir kertas

Hasil

3. Analisis Data

Data Mortalitas

- Dibuat data mortalitas rayap hasil uji aktivitas antirayap dalam bentuk tabel dan grafik
- Dilakukan uji LC_{50} untuk mengetahui nilai LC_{50} (konsentrasi yang menyebabkan kematian sebanyak 50% dari rayap uji) menggunakan analisis probit pada program MINITAB 14 dengan tingkat kepercayaan 95%.

Hasil

Lampiran II

Perhitungan Konsentrasi :

pembuatan larutan stok 10% sebanyak 10 mL

Sebanyak 1 mL minyak atsiri kulit jeruk dilarutkan dalam dietil eter dalam gelas ukur 10 mL

Pembuatan larutan dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% menggunakan rumus pengenceran :

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

Konsentrasi 2%

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$10 \times V_1 = 2 \times 5 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{10 \text{ mL}}{10}$$

$$V_1 = 1 \text{ mL minyak atsiri}$$

Konsentrasi 4%

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$10 \times V_1 = 4 \times 5 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{20 \text{ mL}}{10}$$

$$V_1 = 2 \text{ mL minyak atsiri}$$

Konsentrasi 6%

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$10 \times V_1 = 6 \times 5 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{30 \text{ mL}}{10}$$

$$V_1 = 3 \text{ mL minyak atsiri}$$

Konsentrasi 8%

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$10 \times V_1 = 8 \times 5 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{40 \text{ mL}}{10}$$

$$V_1 = 4 \text{ mL minyak atsiri}$$

Konsentrasi 10%

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$10 \times V_1 = 10 \times 5 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{50 \text{ mL}}{10}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL minyak atsiri}$$



Lampiran III. Data Mortalitas dan Pengurangan Berat Kertas Umpan

1. Data Mortalitas Rayap

Konsentrasi	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	Total Hidup	Total Mati
0% (5 mL D.E)									
G7	0	0	0	1	0	0	0	44	1
G8	0	3	8	12	10	7	5	0	45
G9	0	0	4	7	20	14	-	0	45
G2	0	0	0	0	0	0	0	45	0
I1	0	2	0	1	0	0	0	42	3
2% (1mL+4mL D.E)									
G1	0	4	7	14	19	1	-	0	45
G5	0	15	17	5	8	-	-	0	45
G6	0	6	5	16	18	-	-	0	45
G10	0	4	14	11	15	1	-	0	45
H1	0	7	7	16	15	-	-	0	45
4% (2mL+3mL D.E)									
F2	0	14	29	2	-	-	-	0	45
F8	0	16	17	10	2	-	-	0	45
F9	0	13	20	10	2	-	-	0	45
F10	0	14	17	10	4	-	-	0	45
G4	0	18	20	7	-	-	-	0	45
6% (3mL+2mL D.E)									
G3	0	24	16	5	-	-	-	0	45
H2	0	29	15	1	-	-	-	0	45
H3	0	30	7	6	0	4	-	0	47
H6	0	24	16	5	-	-	-	0	45
H8	0	32	7	6	-	-	-	0	45
8% (4mL+1mL D.E)									
E1	0	45	-	-	-	-	-	0	45
E5	0	33	11	1	-	-	-	0	45
E6	0	33	11	1	-	-	-	0	45
E7	0	37	7	1	-	-	-	0	45
F5	0	45	-	-	-	-	-	0	45
10% (5mL D.E)									
F1	45							0	45
F3	45							0	45
F4	45							0	45
F6	45							0	45
F7	45							0	45

Termikon									
I2	45							0	45
I3	45							0	45
I4	45							0	45
I5	45							0	45
I6	45							0	45

2. Data Pengurangan Berat Kertas Umpan

Konsentrasi	Sebelum Uji	Sesudah Uji	Total	Rata-rata
0%	0.260	0.254	0.006	
	0.260	0.249	0.011	
	0.265	0.260	0.005	
	0.270	0.268	0.002	
	0.260	0.243	0.018	0.008
2%	0.260	0.255	0.004	
	0.269	0.268	0.002	
	0.263	0.252	0.011	
	0.258	0.254	0.004	
	0.266	0.249	0.017	0.007
4%	0.250	0.249	0.001	
	0.270	0.265	0.005	
	0.270	0.262	0.008	
	0.270	0.265	0.005	
	0.260	0.253	0.007	0.005
6%	0.250	0.250	0.000	
	0.254	0.251	0.003	
	0.269	0.266	0.003	
	0.257	0.254	0.003	
	0.257	0.253	0.004	0.002
8%	0.253	0.250	0.003	
	0.257	0.255	0.003	
	0.261	0.261	0.000	
	0.272	0.271	0.001	
	0.274	0.273	0.001	0.001
10%	0.256	0.256	0.000	
	0.257	0.257	0.000	
	0.256	0.256	0.000	

	0.267	0.267	0.000	
	0.265	0.265	0.000	0.000
Termikon	0.260	0.260	0.000	
	0.274	0.274	0.000	
	0.268	0.268	0.000	
	0.267	0.267	0.000	
	0.265	0.265	0.000	0.000



Lampiran IV. Perhitungan Randemen dan Mortalitas

1. Perhitungan Randemen

$$\begin{aligned}\text{Randemen (\%)} &= \frac{\text{Minyak Atsiri Hasil Ekstraksi}}{\text{Kulit Jeruk sebelum Ekstraksi}} \times 100\% \\ &= \frac{18,45 \text{ gram}}{20.000 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 0,092\%\end{aligned}$$

2. Perhitungan Mortalitas

Konsentrasi	Mortalitas tiap Gelas Uji					Modus	% Mortalitas	Mortalitas
	I	II	III	IV	V			
0%	0	11	4	0	2	0	0%	0
2%	11	32	11	18	14	11	24	55
4%	43	33	33	31	38	33	73%	165
6%	40	44	37	40	39	40	89%	200
8%	45	44	44	44	45	44	98%	220
10%	45	45	45	45	45	45	100%	225

Perhitungan %Mortalitas

1. %Mortalitas Konsentrasi 0%

$$\begin{aligned}\% \text{Mortalitas} &= \frac{\text{Modus}}{\text{Jumlah Rayap Uji}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{45} \times 100\% = 0\%\end{aligned}$$

2. %Mortalitas Konsentrasi 2%

$$\begin{aligned}\% \text{Mortalitas} &= \frac{\text{Modus}}{\text{Jumlah Rayap Uji}} \times 100\% \\ &= \frac{11}{45} \times 100\% = 24\%\end{aligned}$$

3. %Mortalitas Konsentrasi 4%

$$\begin{aligned}\%Mortalitas &= \frac{\text{Modus}}{\text{Jumlah Rayap Uji}} \times 100\% \\ &= \frac{33}{45} \times 100\% = 73\%\end{aligned}$$

4. %Mortalitas Konsentrasi 6%

$$\begin{aligned}\%Mortalitas &= \frac{\text{Modus}}{\text{Jumlah Rayap Uji}} \times 100\% \\ &= \frac{40}{45} \times 100\% = 89\%\end{aligned}$$

5. %Mortalitas Konsentrasi 8%

$$\begin{aligned}\%Mortalitas &= \frac{\text{Modus}}{\text{Jumlah Rayap Uji}} \times 100\% \\ &= \frac{44}{45} \times 100\% = 98\%\end{aligned}$$

6. %Mortalitas Konsentrasi 10%

$$\begin{aligned}\%Mortalitas &= \frac{\text{Modus}}{\text{Jumlah Rayap Uji}} \times 100\% \\ &= \frac{45}{45} \times 100\% = 100\%\end{aligned}$$

Perhitungan Mortalitas

1. Mortalitas Konsentrasi 0%

$$\begin{aligned}\text{Mortalitas} &= \%M \times \text{Jumlah Total Hewan Uji} \\ &= 0\% \times 225 = 0\end{aligned}$$

2. Mortalitas Konsentrasi 2%

$$\begin{aligned}\text{Mortalitas} &= \%M \times \text{Jumlah Total Hewan Uji} \\ &= 24\% \times 225 = 55\end{aligned}$$

3. Mortalitas Konsentrasi 4%

$$\text{Mortalitas} = \%M \times \text{Jumlah Total Hewan Uji}$$

$$= 73\% \times 225 = 165$$

4. Mortalitas Konsentrasi 6%

$$\text{Mortalitas} = \%M \times \text{Jumlah Total Hewan Uji}$$

$$= 89\% \times 225 = 200$$

5. Mortalitas Konsentrasi 8%

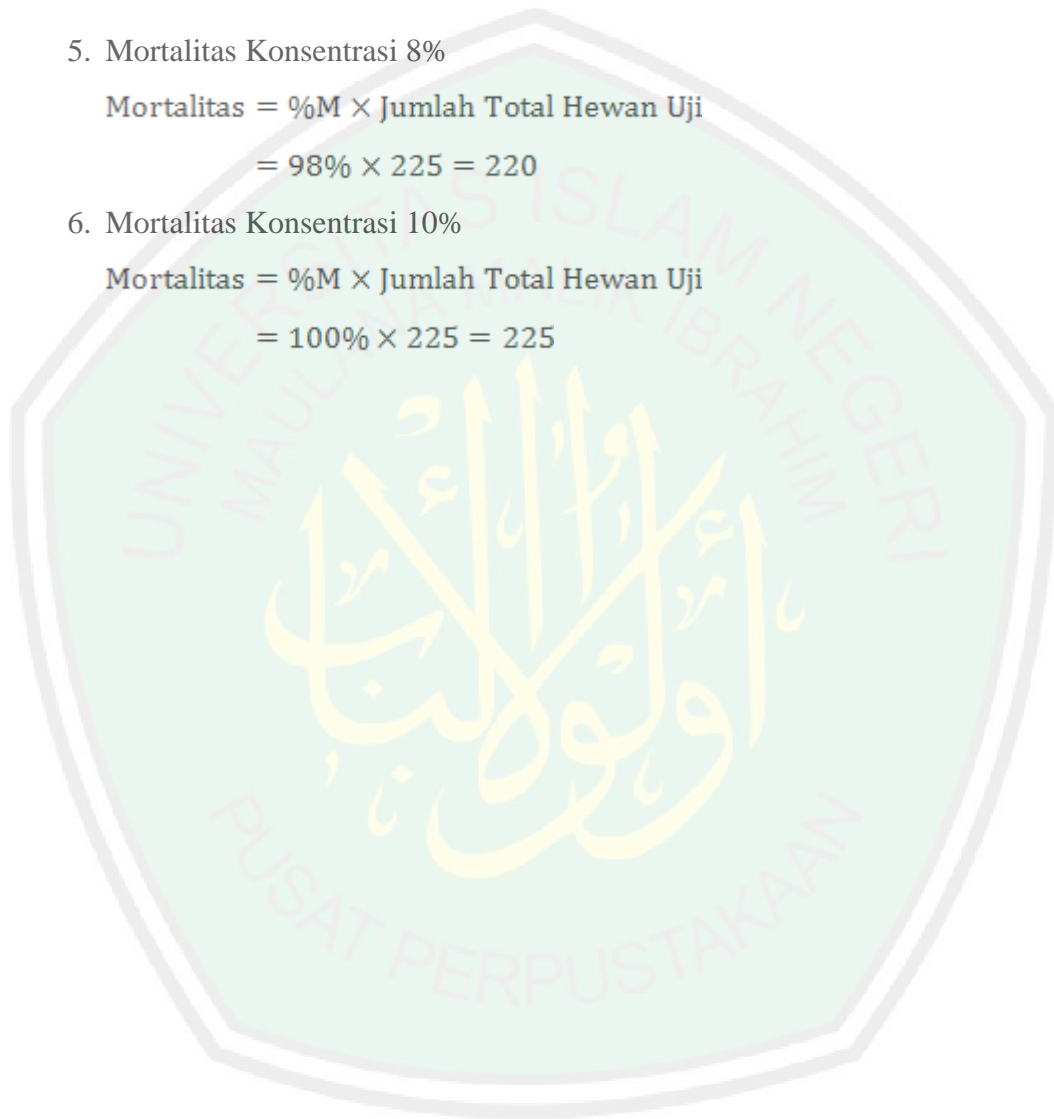
$$\text{Mortalitas} = \%M \times \text{Jumlah Total Hewan Uji}$$

$$= 98\% \times 225 = 220$$

6. Mortalitas Konsentrasi 10%

$$\text{Mortalitas} = \%M \times \text{Jumlah Total Hewan Uji}$$

$$= 100\% \times 225 = 225$$

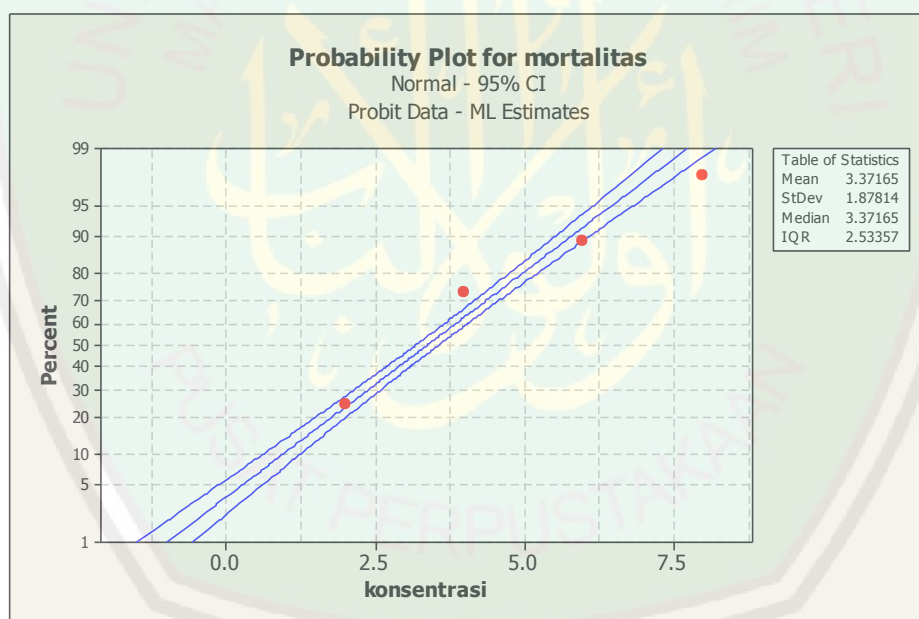


Lampiran V. Data Kematian Rayap dan Perhitungan LC_{50} Uji Aktivitas Antirayap dengan Variasi Konsentrasi

1. Ekstrak Minyak Atsiri

Konsentrasi Minyak Atsiri (%)	Jumlah Hewan Uji	Mortalitas
0	225	0
2	225	55
4	225	165
6	225	200
8	225	220
10	225	225

Probability Plot for mortalitas



Probit Analysis: mortalitas, jumlah versus konsentrasi

Distribution: Normal

Response Information

Variable	Value	Count
mortalitas	Success	865
	Failure	485
jumlah	Total	1350

Estimation Method: Maximum Likelihood

Regression Table

Variable	Coef	Standard Error	Z	P
Constant	-1.79521	0.104977	-17.10	0.000
konsentrasi	0.532442	0.0257447	20.68	0.000
Natural Response	0			

Log-Likelihood = -375.543

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	29.3782	4	0.000
Deviance	34.9284	4	0.000

Tolerance Distribution

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95.0% Normal CI Lower	95.0% Normal CI Upper
Mean	3.37165	0.0973329	3.18088	3.56242
StDev	1.87814	0.0908117	1.70832	2.06483

Table of Percentiles

Percent	Percentile	Standard Error	95.0% Fiducial CI Lower	95.0% Fiducial CI Upper
1	-0.997555	0.240334	-1.51374	-0.563805
2	-0.485576	0.217911	-0.952739	-0.0915685
3	-0.160743	0.203965	-0.597353	0.208600
4	0.0836174	0.193651	-0.330359	0.434755
5	0.282385	0.185393	-0.113440	0.618974
6	0.451568	0.178472	0.0709825	0.775984
7	0.599908	0.172494	0.232506	0.913829
8	0.732729	0.167221	0.376974	1.03741
9	0.853524	0.162497	0.508221	1.14994
10	0.964717	0.158215	0.628904	1.25366
20	1.79097	0.128988	1.52057	2.02947
30	2.38675	0.112097	2.15525	2.59715
40	2.89583	0.101986	2.68901	3.09077
50	3.37165	0.0973329	3.17839	3.56166
60	3.84747	0.0980043	3.65719	4.04313
70	4.35654	0.104486	4.15800	4.56969
80	4.95233	0.118289	4.73179	5.19827
90	5.77858	0.144927	5.51272	6.08482
91	5.88977	0.148967	5.61691	6.20502

92	6.01057	0.153449	5.72992	6.33579
93	6.14339	0.158479	5.85398	6.47978
94	6.29173	0.164211	5.99231	6.64082
95	6.46091	0.170882	6.14981	6.82475
96	6.65968	0.178879	6.33455	7.04116
97	6.90404	0.188917	6.56124	7.30761
98	7.22887	0.202558	6.86201	7.66240
99	7.74085	0.224607	7.33498	8.22266



Lampiran VI. Dokumentasi

	
Penangkaran Rayap	
	
Destilasi Uap-Air	Seperangkat Alat Destilasi
	
Tempat Sampel Kulit Jeruk (Dandang Alumunium)	Minyak Atsiri Kulit Jeruk



Penimbangan Kertas Umpan



Penimbangan Pasir Uji



Perendaman Kertas Umpan dalam Minyak atsiri dengan variasi konsentrasi



Pasir didalam Gelas Uji



Gelas Uji ditutup dengan alumunium foil yang sudah diberi lubang-lubang



Persiapan peletakan rayap dalam gelas uji



Tempat perhitungan rayap



Uji Aktivitas Antirayap





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA
JURUSAN BIOLOGI

Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia, Telp-fax : +62-341-575841
<http://biologi.ub.ac.id>

SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI

No. 0198/UN10.F09.42/03/2017

Kepala Laboratorium Taksonomi, Struktur dan Perkembangan Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, menerangkan bahwa spesimen yang dibawa oleh:

Nama : Alfianur (NIM 13630118)
Ainul Izzah (NIM 13630127)
Syu'aibatul Aslamiah (NIM 13630128)

Instansi : Jurusan Kimia, Fakultas SAINTEK, UIN Maliki Malang


Berdasarkan deskripsi karakter dan kunci identifikasi pada Flora of Java (Backer dan Van den Brink, 1968), volume II, halaman 82, diidentifikasi sebagai:

Familia : Rutaceae
Genus : *Citrus* L.
Species : *Citrus sinensis* L.
Nama lokal : Jeruk baby

Demikian surat keterangan identifikasi ini dibuat untuk digunakan seperlunya.

Malang, 24 Januari 2017

Kepala Laboratorium


LABORATORIUM TAKSONOMI
Dr. Serafinah Indriyani, M.Si
NIP. 19630909.198802.2.001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN BIOLOGI
LABORATORIUM EKOLOGI DAN DIVERSITAS HEWAN

Jalan Veteran, Malang 65145, Indonesia, Telepon: +62-341-575840, Fax. +62-341-575841
<http://biologi.ub.ac.id>

SURAT KETERANGAN IDENTIFIKASI

No : UN10.F09.44/IND.04.02.17

1. Data konsumen:
 - Nama : Syu'Aibatul Aslamiyah
 - NIM : 13630128
 - Instansi : Fakultas SAINTEK, UIN MALIKI MALANG
 - Alamat : -
 - Telp : 085755082252
2. Sampling dilakukan : oleh konsumen
3. Tanggal terima sampel : 30 Januari 2017
4. No. Pengujian : 04.02.17
5. Hasil Identifikasi

No	Kode	Nama
1	Sampel 1	Termitidae

Malang, 13 Februari 2017
Mengetahui

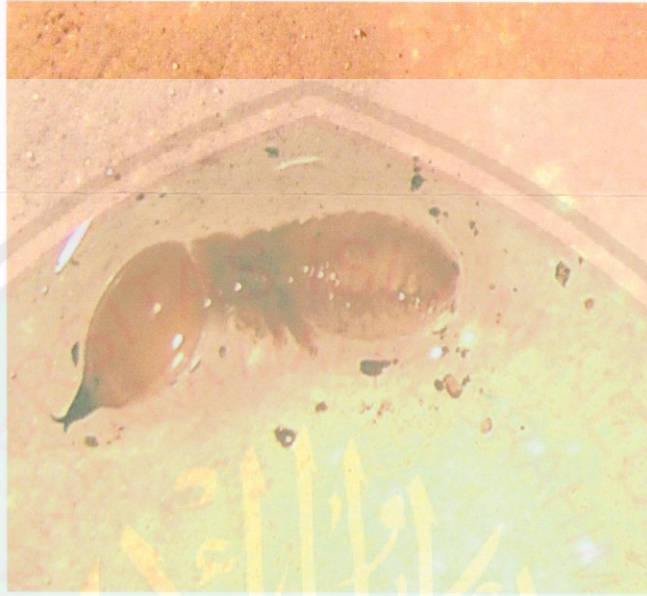
Ketua Laboratorium
Ekologi dan Diversitas Hewan

Dr. Catur Retnaningdyah M.Si
NIP 19680103 199103 2 002

Analisis

Purnomo S.Si
NIK 881225 09 2 1 0665

Gambar Identifikasi
Termitidae





KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALIKI MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN KIMIA

Gedung Sains dan Teknologi UIN Malang Lt.2 Jl. Gajayana 50 Malang Telp./Fax +62341558933
www.uin-malang.ac.id Email: info_uin@uin-malang.ac.id, kimia@uin-malang.ac.id

KARTU KONSULTASI PENELITIAN

Nama : Syuraibatul Aslamiyah
NIM : 13620128
Judul Skripsi : Uji Aktivitas Antirayap Minyak Atsiri Kulit Buah Jeruk Manis (Citrus sinensis L.) Terhadap Rayap Tanah (Coptotermes sp.) Dan Identifikasi Menggunakan GC-MS
Pembimbing Utama : Rahmawati Ningsih, M.Sc
Pembimbing Agama : M. Imamyudin, Lc., MA
Konsultan : Ahmad Hanapi, M.Sc

No	Tanggal	Materi Konsultasi	Catatan (ditulis tangan)	Tanda tangan (Pembimbing)
1.	26/12 2016	Penentuan judul dan Bab III	Penetapan metode Analisis	
2.	31/12 2016	Perbaikan Bab III	Penetapan spesifikasi Alat	
3.	9/01 2017	Bab I, II	Pengelompokan antar paragraf	
4.	20/01 2017	Perbaikan Bab I dan II	perpaduan kata	
5.	25/01 2017	Pergantian judul	Kesinambungan antar kata	
6.	3/02 2017	Bab I, RA	Penggunaan kata ilmiah	
7.	6/02 2017	Perbaikan Bab I, RA	Kesinambungan antar paragraf	
8.	8/02 2017	Perbaikan Bab I	Pemfokusan ide pokok paragraf	
9.	10/02 2017	Bab II, III	Keseluruhan dari tinjauan pustaka terhadap metode	
10.	15/02 2017	Perbaikan bab II dan III	Pemfokusan tiap bab/subbab terhadap bab III	
11.	17/02 2017	Revisi Ayat Bab II dan III	Penambahan Ayat Bab I	
12.	30/02 2017	Revisi Bab IV	Format penulisan, kalimat ilmiah	
13.	01/03 2017	Revisi Ayat Bab II dan IV	Penulisan nama buah (kapital) Pergantian ayat Bab II/IV	
14.	03/03 2017	Revisi Bab IV	Penambahan pembahasan sengawa pengotor.	
15.	14/03 2017	Revisi Bab II		
16.	16/03 2017	Revisi Bab IV		
17.	06/04 2017	Revisi Abstrak Arab		